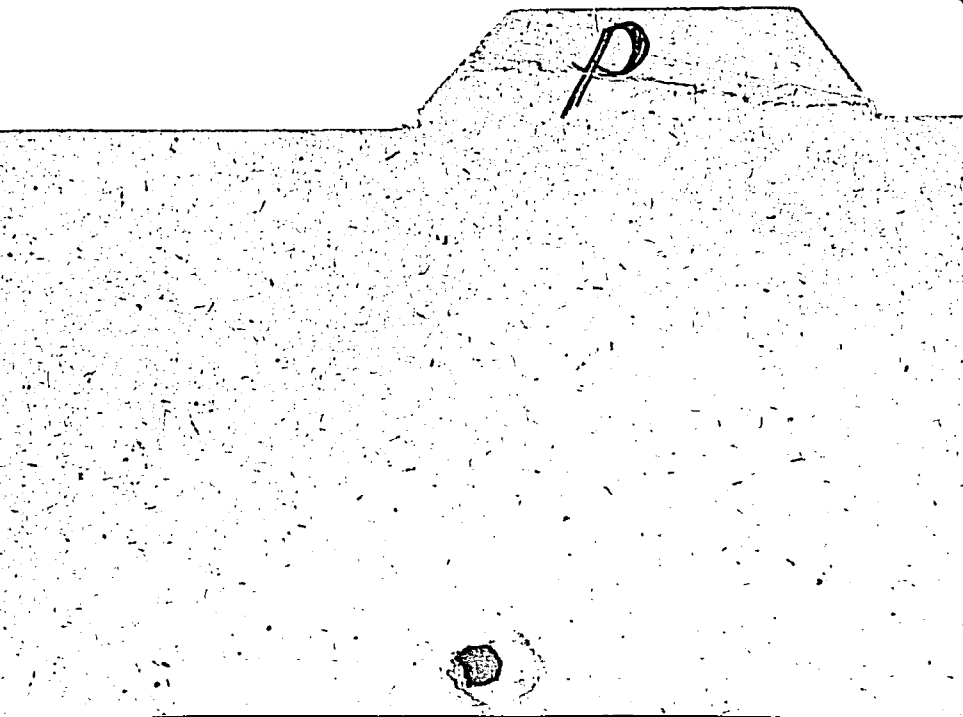




Р (крим. постановление)

~~1968~~

337-III-ЖКВ

Байбуз В. Ф.
Криминальные постановления
архива. — 1 е.



Р-соединения, крест. структура ¹⁹⁶⁸

337-III-IIIKB

Диков Ю. Н.

Структуры соединительного аппарата
(обзор). - 12 с.

$P^+(z) (\Delta f H^0)$

~~4968~~

338-III-ТКВ

Емельянов А.М.

Первый потенциал возбужда-
ции автоматического дрессора.
- 5с.

1968

P (крист., белый) (T_{t2} , Δt_{2H} , T_m , ΔH_m)
 Термод. св-ва 337-III-TRB

Игнатьев Т.А.

P (крист., белый): H_{298}° , S_{298}° ,
 C_{p298} , T_{t2} , ΔH_{t2}° , ΔS_{t2}° , T_m , ΔH_m° ,
 ΔS_m° , -9c ●

Р (крист., зерн.) (Р₀₅, А_{5Н}, А_{5Н})¹⁵⁶⁸

337-III-III RB

Жагжурзов Т. А.
Давление пара, этильни
сублимации и образования зер-
ного кристаллического осадка.
- 8 с.



Р (красн., трикл.) (Рат, $\Delta S H$, $\Delta f H$) 1968

337-III - III кв.

Жагкурузов Т. А.

Давление пара, энтропия суб-
лимации и образования красной
(трикл.) фосфора. - 6 с.

P (крист., зернист.) ($T_{\pm 2}, A_{\pm 2}H$) ~~1968~~
Термог. св-ве

337-III-IIIKB

Харкузов Т. А.,
P (крист., зернист.) $S_{298}^{\circ}, H_{298}^{\circ}-H^{\circ},$
 $S_{298}^{\circ}, T_{\pm 2}, AH_{\pm 2}, AS_{\pm 2}.$ - 4 с.

P (белый) (Рак, А5H)

~~1968~~

337-III-IVKB

Исаккурзов Т.А.

Давление пара и теплота сублимации белого просора. - 11с

P (крист., красн., трикл.) (T_m , ΔmH) ~~1968~~
Термод. св-ва

337-III - ТКВ

Эсагкурзов Т. А.

P (крист., красн., трикл.): C_{p298} 1

H_{298}° , H_0° , S_{298}° , T_m , ΔH_m , ΔS_m - 5с.

P (раз) (АфН)

~~4968~~

337-III-ТКВ

Мегбегет В.А.
Этманоус образовалус
P (раз). — 2с

~~1968~~

$P(\kappa)(T+z)$

334-III-ТКВ
Понков Е. Ю.

Фосфор.- 10с.

P (293)

~~1968~~

Термод. функции

337-III-III KB

Юнзман В. С.

Термодинамические функции

P (293) - 6 с.

P^+ (газ)

Термог. гр.

~~1968~~

338-III-IIIKB

Юнзман В. С.

Термодинамические функции
 P^+ , A^+ , S^+ и V^+ в газобразном
состоянии. — 6 с.

$P(x)$

($P_{12}, st_{12}H$)

~~70-III~~
70-III-ТХВ

Зильберштейн В.А.

Температуры и теплоты перехода при высо-

ких давлениях N_2 , NH_4Br , ND_4Br , NH_4I ,

Sb , $SbBr_3$, $SbCl_3$, Bi , P , As , 19 с.

^{m-3138}
 $\text{KNO}_3, \text{NaNO}_3, \text{Pb}, \text{Sn}, \text{Bi}, \text{P}, \text{S}, \text{Cr}, \Delta H_m$

1047

Person

7. Ann. Physik 70, 302 (1847)

Исследование скрытых теплот
плавления

Н.В.
картина
дана
с 2-м
с 2-м

Circ. 500

Б

В 5-кас
нет

U 3385

P₁ m. (P)

1852

Schrötter

1. Sitzber. Akad. Wiss. Wien. Math.-
naturw. Klasse 9, 414 (1852)

Circ. 500

6

(1) 3384 P_{Kp} (Красный)

(P_{10H₇}) 1874

Troost and Hautefeuille
1. Ann. chim. phys. 2, 145 (1874)

Circ. 500

6

P (P) Bp-1330-III 1889

P₂ (80) Biltz H, Meyer v

Z. phys. Chem., 1889

I, 249-69.

1899

11 3459 P₄; 2; P_{кр} (красный); (P)

Chapman

1. J. Chem. Soc. 75, 734 (1899)

Circ. 500

5

3389

P 21 5 H 6

1901

de Forcard

3738. Compt. rend. 133, 513 (1901)

Cir. 500

6

III -1352

I903

Giran

1. Ann. chim. phys. 30, 203 (I903)

См. на обор.

ЕСТЬ Ф. К.

Circ. 500

В. И. Б.

V

P ; кр. ΔH_f° , T_m , ΔH_{tr} ; T_m

PO_3^- ; P-P;

$P_2O_7^{4-}$; P-P;

P_4O_{10} ; кр.;
ам.;

HPO_3 ; кр.;
P-P;

H_3PO_4 ; P-P;

$HP_2O_7^{3-}$; P-P;

$H_2P_2O_7^{2-}$; P-P;

$H_3P_2O_7^-$; P-P

$H_4P_2O_7$; кр.;

PH_4Cl ; P-P;
г.;

ΔH_f°

P_2S_3 T_m .

11) 3387

P. ~~ne~~ (P)

1909

Jolibole

1 J. Compl. rend. 149, 287 (1909)

Circ. 500

B



P

1910

Richards T. W.,
Jackson F. G.

Cp L 298

Ex. physik. chem.,

70, 414.



Дювар

1913

Р(белит)

Dewar J

Proc. Roy. Soc.

1913, A 89, 158

сп < 298,16

Атомные температуры между
Т-рами жидкого азота и жидкого
водорода I) элементы

[сп от 20° до 77°K]

175

10 -1348

I9I4

Bridgman

5. Phys. Rev. 3, 153 (I9I4)

$\underline{P}$; κ ; ΔH_f° ; T_{tr} ; ΔH_{tr} ; T_m ; ΔH_m
 PH_4Cl ; Γ ; ΔH_f° ;

Circ. 500

~~100~~-K, M

FO
EOTB $\frac{1}{\sqrt{10}}$ ϕ

III - 1347

1914

Bridgman

4. J. Am. Chem. Soc. 36, 1344 (1914)

ρ ; T_{t2} ; ΔH_{t2} ;
 T_m ; ΔH_m ;

Circ. 500

K

Есть ф. н. р.

Званд

1914

P(Белый) Ewald R.

BP-III-3157

Ann. Phys. 1914 (4), 44, 1213

$C_p < 298, 16$

[C_p от $1370^\circ K$ до $282^\circ K$]

Теплоемкость Белого фосфора

раствора: (с учетом расширения).

ат. весов 1914 и 1953)

T	Cp	t°K	t°K
137°K	3,86	-136	444
233°K	5,11	-40	515
282°K	5,49	+9	564

P

Bp - 1367 - III

1916

P₂

Smith A., Bonkers S.

Z. phys. Chem. 1916, 91,

m. gum.
cl-ba

249 - 312



Рай, Вурис

1921

P_(mudini)

Ray D.M., Voorhis C.C.

JACS, 1921, 43, 547

Мучи.

(MacRae L., Van Voorhis)

[Температура испарения жидкого
фосфора]

III
8561-69
Bq-1358

III-3241

1922

Marckwald and Helmholtz
1. Z. anorg. Chem. 124, 81 (1922)

P_{inc} (p)

Circ. 500

5



B 8-11-22
HET

CP

10 3391

p^{++} , v , J

1927

Bornen

3. Phys. Rev. 29, 510 (1927)

Circ. 500

VO



Николаев В

1928

Р
(государственный)

ЖРДРХО, 1928, 60, 885, 1045

Алтер научный первый Госдир
направлением желтого Госдир
в течение 2-5 суток в
отсутствии НГО. и присутствии
инертного газа

Гон-70

P (T_{tr})

III-2387

1931

Ipat'ev V.N., Frost A., Vedenskii
A.V.

Bull. soc. chim. 1931, 49, 670-80

"The question of the allotropy
of phosphorus."

ECTS 4.11.2

6

✓ (9)

C. A., 1931, 5326

1353-III

P_2 (D), $P \Gamma (\Delta H_I)$

1932

Herzberg G.

Ann. Physik 1932, 15, 677-706

"Band spectrum predissociation
and structure of the P_2 molecule".

C.A., 1933, 1572



ECTB Q. R.

g

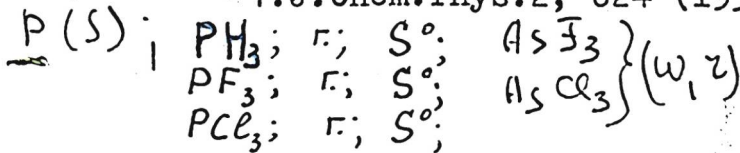
KM10

117-1461

I934.

Yost D. M. and Anderson T. F.

1. J. Chem. Phys. 2, 624 (I934)



Circ. 500

H. M.

1934

6

117

1461

Li, K, Na, Cs, P (Vn) XIV 1612.

1935

Bridgman P.W.,

Nat. Acad., 1935; 21, 109-113

T

III-3174

1935

Melville H.W. Gray S.C.

2 Trans. Faraday Soc., 1935, 32,

271-286

P (Kp / Kp_{crit}; n_{crit}; r_{crit}; d_{crit}) ΔH₇

6

Est. $\phi \cdot \sqrt{p}$

P (P)

2656-III-BP 1936
3174-III-BP

Melville H.W., Gray S.C.

Trans. Faraday Soc. 1936, 32, 1026-30

"Vapor pressure of red phosphorus"

K



E.C.T. 2 ...

C.A., 1936, 6254⁸

P (P)
фосфор

2752-III

1937

Fischbeck K., Eich H.

Z. anorg. allgem. Chem. 1937, 235, 83-8

"Vapor pressure of phosphorus between
0° and 20°"

Есть ф. 2

K

✓ (op)

C. a., 1938, 32251

1355-III

1937

P; k_p ; ΔH_f° ; T_{tr} ; ΔH_{tr} ; T_m ; ΔH_m

PBr₃; в CS₂; ΔH_f°

Jacobs

1. J. Chem. Phys. 5, 945 (1937)

Circ. 500

Б В М К

ЕСТЬ Ф. И.

ф

I (P^{2+} ; P^{3+} ; P^{4+})

Robinson H.A.

Phys. Rev. 1937, 51, 726-35

"The spectra of phosphorus. The spectra of doubly, triply and quadripoly ionized phosphorus (III; IV, V)

Additions and corrections to II".

ECTB 3. H.

C.A., 1937, 7750²

I939

Herzberg

9. "Molekulspektren und Molekulstruktur. I. Zweiatomige Molekule, "Theodor Steinkopff, Dresden, Leipzig (I939)

P ; r ; S° ; C_p ;

- 1 b

Circ. 500

106KM

P (ΔH_v)

2844-III

1939

$P_1 \rightleftharpoons \cancel{2P_2} (\Delta H)$

Wettruff g.

Compt, rend. 1939, 208, 903-5

"The equilibrium, $P_4 \rightleftharpoons 2P_2$ in the vapor of phosphorus." 2+2

M, K

✓ (P)

c.a., 1939, 41116

* Bi (Cp, ΔH_m); Ni: P (Cp) ^{2911-III}
I940

Kubaschewski O., and Schrag G.
1.Z.Elektrochem. 46, 675-(I940)
- 80

Circ. 500

5

ECTB-Ph. R.

III-1287

1941

Kelley K.K.

24. U.S. Bur. Mines Bull.

434; (1941)

P
P
11/12/21

1785; 1.;

$$\text{As}_2\text{O}_5; \text{кр.};$$
$$\text{As}_4\text{O}_6; \text{кр.};$$

SO.

SB,

 $s b_2$
$$S_6 \alpha_3$$
$$\text{BiCl}_3$$
$$S^0; C_p^0$$

Circ. 500

 $10, 15$

III-1368

I94I -

Stevenson and Yost

P_1 ; r ; ΔH_f° ; 1. J. Chem. Phys. 9, 403 (I94I)

P_2 ; r ; ΔH_f° ;

P_4 ; r ; S° ; ζ° ;

PH_3 ; r ; ΔH_f° ; S° ;

Pcl_3 ; r ; S° ;

Pcl_5 ; r ; ΔH_f° ; S° ;

$POcl_3$; r ; S° ;

PBr_3 ; r ; S° ;

$PScl_3$; r ; S° ;

PF_3 ; r ; S° ;

Circ. 500

M, W, B K



✓

90

ВР-1373-III
Юнг, Гильдебранд / 1942

Р(Бенн) Young F.E., Hildebrand J.H.,
JNS, 1942, 64, 839

Теплота плавления
Ср $\times 298,16$
Теплота плавления и теплоемкость
Кость твердого и жидкого
белого фосфора.
[Теплота плавления белого
фосфора], теплоемкость
(Беркли, Калифорния) от 0 до $44,2^{\circ}\text{C}$

T °K	Cp	$\Delta 20^\circ\text{K}$
260	5,27	558
283	5,44	564
300	5,56	594
310	5,63	601

$$C_p(P_2) = 21,46 + 2,872 \cdot 10^{-5} t$$

(Temperatura gasea)

$$C_p(\text{v})P_2 = 24,47 - 9,521 \cdot 10^{-3} t - 3,927 \cdot 10^{-5} t^2$$

$$\Delta H_{\text{moli.}} = 601 \text{ Kcal/mol}$$

44,2°C

P

Marle Telford Grant 1949
Ph.D. Thesis, M.I.T. 1949

CP

"Thermodynamic Properties
of Elemental Phosphorus"

137

III-137b

1949

Moore

1. "Atomic Energy Levels", Natl. Bur.
Standards Circ. 467 (1949)

P^{n+} ; r ; ΔH_f° ;

Circ. 500

10

111-1370

1949

P (T₁₂)

Sugawara J.T., Sakamoto Y., Kanda E.
Science Repts. Research Inst. Tohoku
Univ., ser. A, 1947, 1, N1, 29-32
Transition of yellow phosphorus at
low temperatures. I 2

B. V. P. 1

CA, 1950, 44, 9763
Her 6 5-100

P (T_{tr})

Sugawara T., Kanda E.

Science Repts. Research Insts. Tohoku Univ.

Ser. A., 1949, I, 153-5

The transition of yellow phosphorous at low temperatures

C.A., 1951, 599 8g

1351-II

P (p), P₄ (ΔH_S)

1950

Dainton F.S., Kimberley H.M.

Trans. Faraday Soc., 1950, 46, 912-

18 Radioactive tracer method for the
determination of the variation of vapor
pressure with temperature and its
application to white phosphorus

C.A.B., 1951, 5479d

FIG 2.11

K

gp

P

Farr T.D.

1950

ammex 2501

"Phosphorus - Properties of
the Element and some of its
Compound"

Tennessee Valley Authority
Chem. Eng. Report N 8,
pp. 2 - 17 (1950)

Б (ср)

Классификация
Дел Кармызызова
2 дел 14 лон.

III-1354

1950

K, Na, P (ΔH_v)

Konda K., Satô M.

Proc. Japan. Acad., 1950, 26, 29-31

The effect of transformation pressure on
latent heat of fusion of metals

Mem
85-1001 + 3

Kap Jp-1

C.A., 1951, 7402a

P

ВФ-III - 1030.
Кудашевский О.

1950

995

2. Metallkunde

(Cp)

41, N 12, 445 - 51.

Die Atomwärmen...

(B92-1351-11)

ан. 1950

Стефенсон, Марле

Р(белый)

Stenson, Marle
(неопубликованная работа)?

сп. > 298

ан. ~~7113~~ 1950, 46, 912 (ар. 916)
Trans. Faraday Soc.

P

Кубашевский, Эвас | 1951
Термохимия металлов

Kubaschewsky O., Evans E.
Metallurgical Thermochemistry.

Температура
обработки

$P_{\text{Биты}} - \text{②}$ ΔH_{208}

S_{208}

$P_{\text{Кром.}} - 4,2 \pm 400$

$10,6 \pm 1,0$

$P + 42,20 \pm 5000 \rightarrow$

$39,0 \pm 0,02$

$P_2 + 23\,500 \pm 3000$

$52,15 \pm 0,2$

$P_4 + 13\,200 \pm 1500$

$66,9 \pm 0,2$

$P_{F_3} \text{ — }$

$64,1 \pm 0,5$

$P_{205} \quad 360,000 \pm 8000$

$33,5 \pm 2,0$

(для аморф. P_{205} :)
 $- 367\,000$

Брекер
64,13

1375-III

В. ВО (Δ Π ρ-γιν), Ρε (Δ Η γ)

1953

— ГРОМОВСКАЯ А.А., КОЗЛОВ А.А.
МОН. ЖИВН. 1953, 22, 5 10.
1442-1445.

Измерение влажности воздуха
при помощи термометра. У.
Применение измерений при исследовании
систем тепло-и-холода.

РМ., 1954, в II, 23351

5

Р
Белый,
Красный

Браерт. М. Я., Тарини В. П. /1953
В. статей по общей химии, Изд-во.
М СССР, М.-Л., 1953, 1, 416-422.

О природе некоторых моди-
фикаций красного фосфора. 1.
Продукты полимеризации бе-
лого фосфора в среде органи-
ческих модифицирующих.

Х-55-3-3593.

1365-III

1953

P (T_{tr})

Pice F.O., Potocki R., Gosselin K.

J. Am. Chem. Soc., 1953, 75, 2003-4

The preparation and properties of
brown phosphorus

C.A., 1953, 11865a

5

Р
Красивый

Тюринов В. П., Крафт М. А. / 1953

Сб. статей по общей химии,
Изд-во АН СССР, М.-Л., 1953,
1, 423-428.

О природе некоторых мо-
дифицирующей красной крас-
ной. 2. Темноокрашен-
ные виды красной крас-
ной.

2-55-3-3534.

P

BQ - 1999 - III 1954

смерные
уотисауи

Geballe T. H.

Morin R. Y.

Phys. Reoue 1954, 95, N4, 1085 - 86

III - 2248

Tin (Ge, Pt, Au, Ag, Cu, P, Se, Te, D₂O)

1954

Goodman C.H.Z.

Research, 1954, 7, NS, 168-177 (ann.)

Fractional fusion.

4.0

He gromokodiy.

P.N.E.X. 1955, NR, 13595

5

7

Р
(черной)

Кребс, Вейц, Ворне.

1954

Krebs H., Weitz H., Worms K.H.

Naturwissenschaften, 1954, 41,
N^o 15, 357.

О черном цвете.

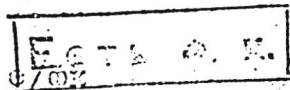
x-55-13-25982.

1954

$\text{Mn}_3\text{P}_2\text{O}_3, \text{Mg}_3\text{P}_3\text{O}_3, \text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_3, \text{Ca}_4\text{P}_2\text{O}_3$ (ΔE_t°).

$\text{MnO}, \text{P}_2\text{O}_5$ (T_{ta})

Pearson J., Turhdogan E.T., Fenn E.M.,
J. Iron and Steel Institute,
1954, 178, 441-444



B. F. M. D.

VII 3168 1954

$\text{Mn}_3\text{P}_2\text{O}_8, \text{Mg}_3\text{P}_2\text{O}_8, (\Delta \text{H}_t)$

$\text{MnCl}_3, \text{MgCl}_2 (\Delta \text{H}_t),$

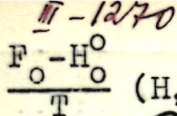
$\text{MnO}, \text{MgO}, \text{P}_2\text{O}_5 (\Delta \text{H}_f)$

Stevens C.G., Turkdogan E.T.

J. Iron and Steel Inst. 1954, 170, 370-373

E/GT L Q. R.

W, L



I955

(H, He, Li, Be, B, C, N, O, F, Ne, Na, Mg,
 Al, Si, P, S, Cl, Ar, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni,
 Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, V, Zr, Nb)

Katz T.J., Margrave J.L.

J.Chem.Phys., 1955, 23, N 5, 983 ()

Free energy functions for gaseous atoms
 for hydrogen (Z=1) to niobium (Z=41)

PX, 1956, N 4,
 9307

+ 0

10

comb gas.

P (T_{tr})

Krebs H., Weitz H., Worms K.H.

Z.anorgan.und allgem.Chem., 1955;
280, N 1-3, 119-133 (*neu*)

Über die Struktur und Eigenschaften der Halbmetalle.VIII.Die katalytische Darstellung des schwarzen Phosphors.

PX., 1956, N 9,
25368

P. III -1361

(T₁₂)

1955

Rätz K.

Abhandl. Dtsch. Akad. Wiss. Berlin,
Kl. Chem., Biol. und Med. 1955 (1957), Nr.
93-99 (chem.).

über Herstellung und Eigenschaften des
schwarzen Phosphores.

P.H. Xuv. 1958, N 5, 13963.

ECB Q. 1

B Q-1

1374-III

1956

P (T_{tr} , T_m)

Бутузов В.П., Бокша С.С., Гонимберг И.Г.

Докл. АН СССР 1956, 103, 155,
837-840

Полиморфные превращения
фосфора при сверхвысоких давлениях

РХ., 1957, 29909

К

Р (красная)

Дешмукх Венугопалан 1956

Deshmukh G. S. Venugopalani M.
J. Indian Chem. Soc. 1956, 33,
N 5, 355-356.

Об окислении красного феррогидрохлората калия.

X-57-3-7806.

Ходанов Ю. В.

1956

ММХ, 1956, 1, №4, 638

Аллотропные модификации
металлов V группы
периодической системы
(черный, белый и красный
фосфор)

(P)
As, Sb, Bi

Кейн, Рейнольдс

1956

P, A.S. Kane J.S., Reynolds J.H.
J. Chem. Phys., 1956, 25, N°2,
342 - 349.

P
Масс-спектрометрическое
изучение паров красного
фосфора и мышьяка.

Х - 57-11-36802.

III-1360 P, SiO₂ (Ttz)

1956

Mayor Y.

Ind. pétrole, 1956, 24, 16, 33 (грану.)

Les hautes pressions.

Римей, 1957, 2979



1 + 2
Bov. d. M.

B / φ-1

P

Morrow J.C., Stephenson C.C.

Abst. Papers, Am. Chem. Soc.,
19562, p.25

Темноокисить 2 кристалл.

Ср

модификации красного оксидора
 α и β - белого оксидора и черного
оксидора от 15 до 300°K.

1362-14

P (T_{tr} , T_s)

1957

Pätz K.

Z.anorgan.und allgem.Chem., 1956, 285,
N 1-2, 29-48 (*neu*)

Untersuchungen der Temperatur- und
Druckbeziehungen bei der Umwandlung des
weißen Phosphors in die schwarze Modi-
fikation

PX., 1957, 26119

6

1957

Бутузов В.П.

Р Кнестамогария, 1957, 2,
№ 4, 536-547.

Исследование фазовых превра-
щений при сверхвысоких дав-
лениях.

(До 2000 атм и 1200°C новых
модификаций фосфора не
получено)

X-58-8-24/46

1371-III

1957

P; Fe; Ag (Kp)

Urbain Georges

C.r.Acad.sci., 1957, 244, N 8,
1036-1039 (*список*)

Activité thermodynamique du
phosphore dans les alliages fer-
phosphore liquides à 1600°C.

PX., 1958, N 19, 63666

5

список

Рамтин, Сиранский.

1957

Р(Беларусь) Райтмин Н., Странски Ч. Н.
З. Электроскоп., 1957, 61, № 7
819-826

Р(ам) О скоростной ионизации белого
флюоро.

X-58-7-20613

V 67 27

1958

Ал, Си (КП), Р (Тн, КП)

Бокша С.С., Шоховской Г.П.,

Приборы и техн. эксперименты,

1958, №3, 86-90

Т

1958

Р (ΔH_{aq})Лунарев С.А., Морозова М.П.,
Бортникова М.М.Ж.общ.химии, 1958, 28, № 12, 3289-3292
Энтальпия образования соединений
кальция с фосфором, мышьяком и сурьмой

РХ., 1959, 37817

В.М.

всп.
от К

Тещ.

III - 1363

1959

P (Белый) Rätz K.,
P (зеленый) Z. anorgan. und allgem. Chem.
1959, 289, 4 5-6, 287-301.
К исследованию характера
перехода белого диоксида
в черную модификацию.
(до давл. 26 000 атм)

X-60-4/-12621.

1959

Peu. - Pätz K.

Препринт

Monatsber. Dtsch. Acad.
Wiss. Berlin, 1959, 1, N4

233-235

Исследование превращения
белого гроссдора в его
тертную модификацию

X-60-8-29931

Р

ВФ - 1366 - III

1960

О 1Б341. Теплоты превращений модификаций фосфора. Rodewald H. J. Die Umwandlungswärmen der Phosphor-Modifikationen. «Helv. chim. acta», 1960, 43, № 3, 878—885 (нем.).— По литературным данным рассчитаны теплота превращения белого Р I в белый Р II при $p = 1$ атм и $t_{\text{ре}} = -76,9^\circ$: $\Delta H = -3,8 \pm 0,2$ ккал на моль P_4 и теплоты сублимации ($\Delta H(\text{субл.})$), ккал на моль P_4) белого Р I $14,0 \pm 0,3$; красного Р $30,6 \pm 0,5$ и черного Р $38,7 \pm 2$ при 25° . По полученным $\Delta H(\text{субл.})$ рассчитаны теплоты превращений: белый Р $\rightarrow$ красный Р, белый Р $\rightarrow$ черный Р и красный Р $\rightarrow$ черный Р. Найденные теплоты превращений сравнены с литературными данными; обнаруженные отклонения автор объясняет ненадежностью литературных данных. Э. С.

ж. 1961.1

P

BQ - 1210 - III · 1961

I, D

Jean-Denis Colette
L. Kerwin

Canadian J. of Phys. V39 (1300-1319)

1364-III

ΔH_f , Cp, S, $\frac{F-H_o}{T}$ (P)

1961

Potter R.L., DiStefano V.N.

J. Phys. Chem., 1961, 65, N 5,
849-855 (*anal*)

Thermodynamic functions of
some phosphorus compounds

PX., 1962, 2 360

10

NOTE: H. *cp*

$P(\Delta H_{\text{сгорания}}, \Delta H_{\text{фз}})$

2945-10

1962

$P_{40_{10}}(\Delta H_{\text{ф}}, \Delta H_{\text{раств.}})$

+ 6

$H_3PO_4(\Delta H_{\text{раств.}}, \Delta H_{\text{ф}})$

Holmes W.S.

ЕСТЬ Ф. К.

Trans. Faraday Soc., 1962, 58, 1916-25

Heat of combustion of phosphorus and
the enthalpies of formation of P_4O_{10}
and H_3PO_4 . И.Б.В. V (97)

CA, 1963, 58, 18, 7435

23 В6. Стеклообразный фосфор. Ellis Ray C., Jr. Vitreous phosphorus. «Inorgan. Chem.», 1963, 2, № 1, 22—24 (англ.)

1963

Новая модификация фосфора получена двумя способами. При повторении опыта Бриджмена (Bridgman P. W. «J. Amer. Chem. Soc.», 1914, 36, 1344; 1916, 38, 609) с целью получения черного фосфора порошок белого Р превращался в слиток кристаллич. черного Р, окруженного порошкообразным аморфным черным Р. В двух опытах при начальном давлении > 7 кб и t -ре $> 250^\circ$ в течение цикла высокого давления не наблюдалось обычного резкого падения давления. В шихте после этих опытов был обнаружен, стеклообразный продукт, образовавшийся в одном из опытов: слиток диам. 1 см и длиной 4 см. Слиток был окружен аморфным черным и частично красным фосфором. По другому методу равные кол-ва белого Р и Hg нагревались в запаянной трубке до 380° . При этом весь образец полностью превращался в стеклообразный Р. При дальнейшем нагревании проходило превращение в черную форму. Стеклообразный фосфор (I) представляет собой темно-серое твердое хрупкое в-во с

см.
шфоб.

Р
(стеклообр.)
2.1963.23

раковистым изломом. I рентгеноаморфен. Плотность I $2,26 \pm 0,01$. Твердость по пирамиде 60 ± 5 , однако I не царапается мягкой сталью. Электропроводность I при комнатной т-ре 1000 ом см, при т-ре жидкого азота возрастает до 10^9 ом см. I устойчив к влажному теплему воздуху. При ударах или распиливании из I высекаются искры, как из кремния. I может воспламеняться. С азотной к-той I реагирует медленно, с р-ром брома в спирте и с водой — быстро. При нагревании в запаянной трубке I переходит в красный Р. При тех же условиях в присутствии ртути I превращается в кристаллич. черный Р. Определено положение стеклообразного Р среди других модификаций Р. Предполагается, что образование стеклообразного Р связано с разрывом более одной, но менее трех связей на каждую молекулу P_4 , так что возникает пространственная сетка.

В. Максимов



P (герм.)

1 10 E300. Кристаллические структуры модификаций черного фосфора при высоких давлениях. Jamieson John C. Crystal structures adopted by black phosphorus at high pressures. «Science», 1963, 139, № 3561, 1291—1292 (англ.)

Ранее Бриджменом (Bridgman P. W. «Proc. Amer. Acad. Arts Sci.», 1948, 76, 55) было обнаружено превращение черного Р из модификации с ромбич. структурой в модификацию со структурой типа As при повышении давления выше 50 кбар. В данной работе показано, что при давлениях выше 124 кбар появляется модификация с простой кубич. решеткой ($a=2,377 \text{ \AA}$), которая сохраняется при понижении давления вплоть до 93 кбар. Это превращение в Р сопровождается значительными изменениями объема (плотность увеличивается с 3,56 до 3,89) и электросопротивления вследствие перехода Р в металлич. состояние. Благодаря этому Р является подходящим материалом для калибровки давления. А. Захаров

P (черный)

196

У 1 Б183. Кристаллические структуры черного фосфора при высоких давлениях. Jamieson John C. Crystal structures adopted by black phosphorus at high pressures. «Science», 1963, 139, № 3561, 1291—1292 (англ.)

Проведено рентгенографич. исследование (метод порошка) двух модификаций (I и II) черного фосфора, возникающих при высоком давлении. Панес (Bridgman P. W. «Proc. Amer. Acad. Arts and Sci.», 1948; 76, 55) была установлена точка перехода между этими фазами, соответствующая давл. 50 кб, и рентгенографически исследована ромбоэдрич. фаза I, отнесенная к структурному типу As (A 7). В данной работе давление определено по смещению линий NaCl, использованному в качестве внутреннего стандарта. Найдено, что модификация I возникает при давл. 83 кб из обычной ромбич. фазы, существующей в нормальных условиях. Параметры ромбоэдрич. решетки: a 3,524 А, α 57,25°, ρ (выч.) 3,56, $Z=2$. Единственный параметр структуры $x=0,215$ соответствует кратчайшему расстоянию P—P 2,13 А, характерному для ковалентной связи. При давл. 111 кб фаза I переходит в фазу II, характеризующуюся примитивной куб. ячейкой с параметром a 2,377А, ρ 3,83. При этом межатомное расстояние P—P возрастает до 2,378 А, что соответствует более нормальной металлич.

X-1964-1

См.

ч/об

связи. Структура фазы II рассматривается как частный случай структурного типа A7 с $\alpha=60^\circ$ и $x=1/4$. Переход I→II является обратимым и может быть использован для калибровки давления при различных исследованиях. Приведены значения I и d рентгенограмм порошка модификаций I и II.

А. Воронков

1983

P (критич.,
крит. III,
жидк.).

McBride B. и др.

Thermodynamic properties...

NASA SP-3008, Washington, 1963

[137] C_p 15 - 315 $\Delta H_m = 157,43$

C_{pm} (317,30 - 2500°K)

Maple T. G., Thermodynamic Properties
of Elemental Phosphorus,
Ph.D. Thesis,

M.I.T., 1949.

	cp	H-H	S'
298,15	5,694	1282,3	9,981

1000	6,242	5811,1	17,9992
------	-------	--------	---------

2500	6,242	15774,1	23,787
------	-------	---------	--------

2772-III

1963

ΔH_f (P^+)

Sandoval A.A., Moser H.C., Kiser R.W.
Ionization and dissociation
processes in phosphorus trichloride
and diphosphorus tetrachloride
J. Phys. Chem., 1963, 67, II 1,
124-126 (*anal*)

PX., 1963, 17642

P (черный)

21 В4. Черный фосфор Бриджмена, Кребса и «обработанный». Watschauer Douglas M. Bridgman, Krebs, and processed black phosphorus. «J. Appl. Phys.», 1963, 34, № 12, 3630 (англ.)

Сопоставляются электрич. свойства черного фосфора, полученного различными методами. Фосфор Бриджмена (I) получали в результате превращений при высоких давлениях и умеренных т-рах. Фосфор Кребса (II), получаемый путем каталитич. превращений при низких давлениях, содержал 25—30 вес. % Hg. После 2—3 циклов нагревания от 300 до 700° он приближался по своим электрич. свойствам (электропроводность, эффект Холла) к I. Содержание в нем Hg при этом снижалось до 9—14%. Содержание Hg в II снижали до 0,6% нагреванием с Pb и Au. Получавшийся при этом «обработанный» фосфор (III) оказался идентичным с I по своим электрич. свойствам. II и III отличались от I только температурной зависимостью сопротивления. Предполагается, что II и III должны рассматриваться как наблюдаемые формы черного фосфора наряду с аморфным, стекловидным и I, причем III по электрич. свойствам ближе всего к I. Отклонения в свойствах II и III от I связываются с содержанием в них Hg.

В. Максимов

Х.1964.21

196

XIII 1890

1963

Р и др. (кп)

Михованецъ Л. К.,

ЖВ. Физ. химии, 1963, 37,

2635-2639 -

P.

P₂

ommu 827
Bq-2616-VII

1964

Gingerich R.
Lee P. R.

Kp,
w. p. s. g. a. r.
(UP)

J. Chem. Phys, 1964,
40 N12, 2520-26.
(corr. UP; I)

1964

Р
(красный)

Соклаков А. И.,
Мемарионов В. В.

ИС. структурн. химии,
1964, 5, № 2, 242.

О структуре P_4O и крас-
ного фосфора.

(см. P_4O)

Р

Вср - 4139 - III

1965

Д 8 Б576. Теплоты растворения, фосфора, мышьяка и сурьмы в жидком олове при 750° К. Guadagno J. R., Pool M. J. Heats of solution of phosphorous, arsenic, and antimony in liquid tin at 750° К. «Trans. Metallurg. Soc. AIME», 1965, 233, № 7, 1439—1440 (англ.)

Определены относительные парц. мольные теплоты р-рения (ΔH кал/г. ат) P, As, Sb в жидк. Sn при 750° К с помощью дифференциального (двойного) калориметра р-рения в жидк. Sn. ΔH не зависит от конц-ии р-ра в интервале 0—2 ат.% р-ренного в-ва. Даны величины ΔH при бесконечном разбавлении при 750° К (первое число) и рассчитанные с использованием литературных данных значения ΔH при 273° К (второе число) для P (9034; 5821±100), As (6029; 2993±60) и Sb (6772; 3720±40). Не учтены возможные систематич. ошибки, что особенно существенно для случаев P и As, к-рые частично испаряются при р-рении.

Е. Филиппов

tg

РЖ 2, 1966,



P (liq.)

YANAF

1985

T, ϕ .

298 - 3000°K



P (кр.)

ЖАНАР

1965

T. φ.

100 - 1500°K



$P(\text{кр.})$

УАНВ

1965

T, ϕ

$100 - 2000^\circ\text{K}$



1965

~~3-10-7~~ ~~XIII-2158~~

Heat capacity of black phosphorus at low temperatures. I. E. Paukov, P. G. Strelkov, V. V. Nogteva, and V. I. Belyi. *Dokl. Akad. Nauk SSSR* 162(3), 543-5(1965)(Russ). The true heat capacity (C_p , cal./degree-mole) of the cryst. modification of black P, which is the most stable form of P, was studied. The sample was prepd. by subjecting twice-distd. white P to 13,500 kg./sq. cm. pressure and 200° temp. for 15-20 min. in a bomb app. The app. and the measurement method for the heat capacity at low temp. have been described previously (CA 48, 13395e). By means of the curves C_p vs. T and C_p vs. $\ln T$, resp., the enthalpy change between 0 and 298.15°K., $\Delta H = 882.6 \pm 1.5$ cal./mole; and the abs. entropy at 298.15°K., $S = 5.457 \pm 0.010$ cal./degree-mole, were calcd. At 20-37°K. the heat capacity of P is proportional to $T^{2.3}$ and at 13-20°K., to $T^{2.7}$, where T is the abs. temp. At <13°K., where measurements are lacking, the Debye T^3 law is probably satisfied.

A. Giacalone

4355

XIII-

C.A. 1966. 64.4
4345d

Р (твёрдый)

~~ИД 4253; 127-111-1978 1965~~

9 E951. Теплоемкость черного фосфора при низких температурах. Пауков И. Е., Стрелков П. Г., Ногтева В. В., Белый В. И. «Докл. АН СССР», 1965, 162, № 3, 543—545

В вакуумном адиабатич. калориметре измерена истинная теплоемкость (T) кристаллич. черного фосфора в области т-р $13-300^{\circ}\text{K}$. Образец, полученный на установке высокого давления, подвергался химическому, спектральному и рентгенографич. анализам. Результаты измерений представлены в таблице и на графике. На основе полученных данных по T рассчитаны величины абс. энтропии ($S^0_{298,15}$) и разности энтальпий при $298,15$ и 0°K ($H^0_{298,15}-H^0_0$). Показано, что T в области т-р $13-20^{\circ}\text{K}$ пропорциональна т-ре в степени 2,7, что, по мнению авторов, представляет определенный интерес для теории T слоистых структур.

XIII - 4355

оп. 1965. 98

Р(перн.)

Пауков И.Е., Стрелков П.С.,
Козлова В.В., Белый В.И.

1965

ДАН 1965 162 №3, 543

Температура термостата
при низких Т-рах

$$\sigma_{298,15} = 5,158 \pm 0,008 \text{ кал/затм.град}$$

$$S_{298,15} = 5,457 \pm 0,010 \text{ э.е.}$$

$$H_{298,15} - H_0 = 882,6 \pm 1,5 \text{ кал/з} \quad (883 \pm 2 \text{ кал/з})$$

XII - 4355

~~ВЛ 1223~~

~~ВЛ 1223~~

p

Wada G.

1965

Ф-5

Диссертация.

Масс спектрометрия.
исследование...

(ОН4)

P-Si

Zemskov V. A.

1968

p Izv. AN SSSR, Neorgan. Materialy, 1 (5), 648-54.

Vapor pressure of phosphorus
above phosphorus-silicon
alloys.

1966

P

The chemistry of the phosphorus-phosphorus bond. A. H. Cowley (Univ. of Texas, Austin). *Chem. Rev.* 65(8), 617-34 (1965)(Eng). A review with 187 references. SNTT

CA 1966, 64 3
3000d - 1

P
активность в
расплавах
Fe-P

Fischer W. A. и др. 1966
Arch. Eisenhüttenwesen,
37, N11, 853
Электротермические и
электрические исследова-
ния в системе Fe-P-O-Ca
Часть I. Активность P в
расплавах Fe-P и тепло-
ты образования фосфорсо-
держащих шлаков.

ВР-ХІІІ-244

1966

Р
жидкий

15 Б590. Изэнтальпийное затвердевание и теплоемкость переохлажденного жидкого фосфора. Glicksman M. E., Schaefer R. J. Isenthalpic solidification and the specific heat of supercooled liquid phosphorus. «U. S. Naval Res. Lab. Rept NRL Progr.», 1966, June, 7—11 (англ.)

Ср

Изэнтальпийное затвердевание однокомпонентной переохлажденной жидкости может быть инвариантным равновесием двух фаз или моновариантным одной фазы, в зависимости от степени переохлаждения до начала затвердевания. Если после затвердевания достигается моновариантное равновесие, то можно определить

Х. 1967. 15

теплоемкость переохлажденной фазы C_p относительно стабильной фазы, путем измерения адиабатического роста t -ры во время рекалесценции. Определены значения теплоемкости сильно переохлажденного фосфора в области от -1 до $+18^\circ$. Из зависимости теплоемкости от t -ры нельзя получить указания на изменение ассоциации молекул, которое следует из ранее опубликованных данных по вязкости переохлажденного фосфора. Полученные значения ΔH и C_p переохлажденного жидкого фосфора хорошо совпадают с литературными данными для стабильной жидкости в области выше нормальной точки плавления [$T(\text{плав.}) = 44^\circ$].

Резюме

Р(жидк.)

В 99-10029-III

1966

11 Б580. Изобэнтальпийное затвердевание и теплоемкость переохлажденного жидкого фосфора. Glicksman M. E., Schaefer R. J. Isenthalpic solidification and the specific heat of supercooled liquid phosphorus. «J. Chem. Phys.», 1966, 45, № 7, 2367—2370 (англ.)

Предложен метод определения теплоемкости переохлажденных жидкостей $C_p^{\text{ж}}$ по изменению t -ры в процессе изобэнтальпийной кристаллизации при t -рах ниже t -ры плавления. Единственный дополнительный параметр, необходимый для определения $C_p^{\text{ж}}$, — теплоемкость кристаллич. фазы $C_p^{\text{к}}$. Метод пригоден для жидкостей, имеющих низкий коэф. теплопроводности. После термостатирования стеклянного сосуда с переохлажденной жидко-

В 99-10029-III-245

О.
И К

х. 1967. II

стью в дьюаре с водой сосуд вынимается и вносится зародыш тв. фазы или местное охлаждение для инициирования кристаллизации. Через 5—8 сек. устанавливается т-ра, соотв-щая кристаллич. фазе. Благодаря низкой теплопроводности в-ва потери тепла за время измерения практически отсутствуют. Точность измерения т-ры составляет $\pm 0,01^\circ$, воспроизводимость результатов $\pm 0,1^\circ$. Опыты проводятся при разных начальных т-рах и затем строится зависимость конечной т-ры от начальной. По этой зависимости и $C_p^к$ определяется $C_p^ж$, соотв-щая начальной т-ре. Измерена $C_p^ж$ для перегнанного под вакуумом белого фосфора в т-рном интервале от -1 до $+18^\circ$. Ее значение, равное $23,95 \pm 0,25$ кал/моль град, с точностью до 1% совпадает с $C_p^ж$ выше т-ры плавления (44°). Полученные данные вместе с литературными калориметрич. данными для т-рного интервала от 25 до 60° свидетельствуют об отсутствии каких-либо аномалий энтальпии переохлажденной жидкости вблизи т-ры плавления, т. е. об отсутствии предкристаллизационных явлений и какой-либо молекулярной агрегации в исследованном т-рном интервале.

Ю. Шаронов

P (mud.)

Cp

BQ-10029-III

BQ-10029-III

1966

Isenthalpic solidification and the specific heat of supercooled liquid phosphorus. M. E. Glicksman and R. J. Schaefer (U. S. Naval Res. Lab., Washington, D.C.): J. Chem. Phys. 45(7), 2367-70(1966)(Eng). Isenthalpic solidification of a unary supercooled liquid results in either 2-phase invariant equil. or in single-phase univariant equil., depending on the degree of supercooling prior to solidification. When post-solidification univariant equil. is obtained, a detn. of the sp. heat at const. pressure, C_p' , of the supercooled phase relative to the stable, solid phase can be made by measuring the adiabatic temp. rise during recalescence. Values of C_p' for highly supercooled phosphorus from -1° to $+18^\circ$ were detd. with this method. No evidence for the changes in mol. assocn. deduced from earlier viscosity data on supercooled P was found in the temp. variation of the sp.-heat function. The enthalpy and sp.-heat values detd. for supercooled liquid Pb agree with published values for the stable liquid above the normal m.p., 44° .

RCJO

C.A. 1966. 65. 12

17790 gh

Р

1966

6 E362. Фазовые превращения фосфора при высоких давлениях. Long L. J., Guarnise G. B., Magagnoli A. Trasformazioni di fase del fosforo alle alte pressioni. «(Preprint). Sympos. internat. dinam. reazioni chim., Padova, 1966», № 11—2, 7 p., ill. (итал.)

T_{tr}

ср. 1967. 68

Huguenne oxycarb P (ch. 62) 128 1966

Nassler J. XIII 454

Chem. Listy, 1966, 60(10), 1297-338.

Chemistry of the lower acids
of phosphorus.

(~~Chem. opusculum~~)



6
CA, 1967, 68, 72, 79382

P (ΔH_c) (ΔH_{f2}) 13

XIII 472 1966

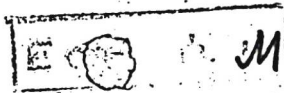
PF₅ (ΔH_f , H_r-H_o, S)

O'Hare P.A.G., Hubbard W.N.

Trans. Faraday Soc., 1966, 62, N10, 2709-2715 (ann.)
Fluorine bomb calorimetry. Part 18. Standard enthalpy
of formation of phosphorus pentafluoride and enthal-
pies of transition between various forms of phosphorus.
Thermodynamic functions of phosphorus pentafluoride
between 0 and 1500°K.

7

PHL June 1968
16538



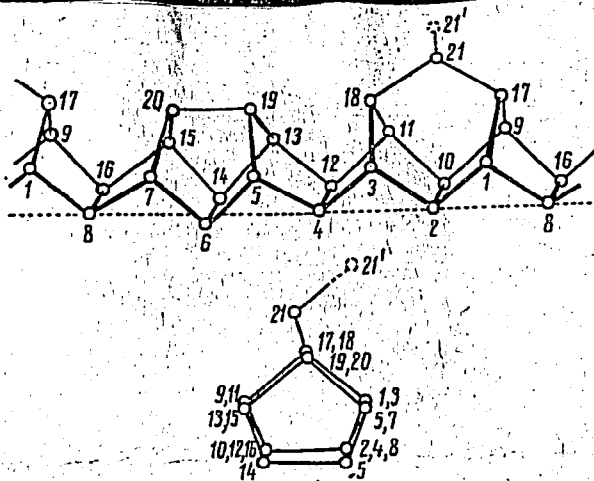
M, 10 (9)

P (красный)

1966

15 Б328. Кристаллическая структура красного фосфора. Thurn H., Krebs H. Die Kristallstruktur des rhomboedrischen Phosphors. «Angew. Chem.», 1966, 78, № 24, 1101—1102 (нем.)

Приведены результаты рентгенографич. исследования структуры красного фосфора. Параметры монокл. решетки: a 9,19, b 9,13, c 22,55 кА, β 106,1°, ф. гр. $P2_1/c$; ячейка содержит 84 атома. Итоговое значение R -фактора 0,058. Основными структурными элементами структуры являются замкнутые группы P_8 и P_6 (см. рис.), связанные друг с другом линейными группами P_2 . При этом обра-



зуются бесконечные полые стержни (трубы) пятиугольного сечения, в которых отчетливо выступает тригонально-пирамидальная координация атомов Р. Расположенные параллельно друг другу в плоскости (001) Р-стержни образуют слои, попарно связанные через концевые атомы Р₉-групп. При этом стержни одного этажа располагаются перпендикулярно (под углом 89,6°) к стержням другого слоя. В направлении оси с такие двухэтажные слои отделены друг от друга широкими полостями и связаны лишь ван-дер-ваальсовыми силами. Среднее расстояние Р—Р в пределах одного слоя 2,215 кХ и углы Р—Р—Р 100,9°.

А. Воронков

1967

Р
 16 Б603. Фазовые переходы в фосфоре при высоких давлениях. Long L. J., Guarise G. B., Marani A. Phase transitions of phosphorus at high pressure. «Dinamica reazioni chim.» Roma, 1967, 97—103. Discuss., 103—104 (англ.)

Т_{кр}
 111X-168
 Образцы красного аморфного Р помещались в пиррофилитовый трубчатый контейнер (Ф 2,5 мм и l=6 мм) и подвергались нагреванию до 1000° и давлению в спец. аппарате до 17 000 ат. Фазовые переходы фиксировались путем измерения электросопротивления образцов в процессе опытов. Фазовый переход Р_{красн.}→Р_{черн.} обнаружен при p=16 кбар и T=456°. Связь т-ры и давления для фосфора описывается уравнением $T = T_0 + \alpha p$, где $\alpha = -6,35^\circ \text{K/кбар}$; $T_0 = 833^\circ \text{K}$. Анализ результатов показывает, что активационный объем перехода отрицателен и что давл. влияет на скорость перехода. В таблице приводятся нек-рые свойства перехода Р_{красн.}→Р_{черн.}
 А. С. Борщевский

2. 1968. 16

P (repression)

T_m

1967

1967

1967

C.A. 1969. 71.2

1967
6972f Phase transitions of phosphorus at high pressure.
Long, Lawrence John; Guarise, Gian B.; Marani, A. (Univ.
Padova, Padua, Italy). *Corsi Semin. Chim.* 1967, No. 5, 97-104
(Eng). The transition of red P to black P was investigated at
up to 600° and at pressures up to 70,000 atm. A tetrahedral
anvil was used to apply the pressure, and the transition point was
observed by measuring the large decrease in elec. resistance. A
plot of pressure vs. temp. was made for those transitions which
had occurred with a 10 min. transformation time. The plot was
fitted by a straight-line: $T = 833 - 6.35P$, where T is in °K.
and P is the pressure in kilobars. Thus, the activation vol. of
the transformation was neg. and the pressure favored the transi-
tion. Further, the activation energy (E) decreased as the pres-
sure increased. Values of E and the entropy of activation are
given, with values ranging from 48 kcal./mole and -16 kcal./
mole °K. at zero pressure to 31 kcal./mole and -18.5 kcal./
mole °K. at 41.5 kilobars, resp. The m.p. of the black P ranged
from 670° at zero pressure (by extrapolation) to 1030° at 17
kilobars. D. R. Cova

P

P₂

P₄

(P, ΔH_0)

Ommick A-945 1967

Olette M. M.; et al.

Vide, 1967, 22 N 130

213-215

1967

Р (красный)

19 Б469 Д. Кристаллическая структура фосфора Гитторфа. Thurn Herbert. Die Kristallstruktur des Hittorfschen Phosphors. Diss., Dokt. Naturwiss. Techn. Hochschule Stuttgart, 1967, 129 S., ill. (нем.)

Структура
Трехмерным рентгенографич. анализом по 2845 рефлексам красного фосфора определена его кристаллич. структура. Уточнение координат атомов доведено до $R=5,8\%$. Параметры решетки: a 9,19, b 9,13, c 22,55 кх, β 106,1°, $Z=84$, ф. гр. $P2/c$. Структура построена из P_8 - и P_9 -групп атомов, линейно соединенных вместе 2 атомами Р. Образуется трубчатая группа с пятиугольным сечением, из к-рых составляется слой, связанный с другим одним из атомов Р группы P_9 . Каждый двойной слой связан с другим ван-дер-ваальсовыми силами.

Э. Г.

2. 1968. 19

(Р, терм. св-ва
орг. неукрост.) XIII 1453 1968

Акселобатиз Б.А., Недоступ В.И.,
Темлоуиз. свойства неукр.,
Ланер. Всес. темлоуиз. кокр.
Свойства веществ Всес. темн.
Вафилу³⁶, 1968, (Рев. 1970), 412 (руба)

Определение термодинамиче-
ских свойств мало
исследованных органических
жидкостей. СМ, 1971, 75, №6, 412032

Р

XII - 989 - ВР

1968

15 Б893. Влияние сверхвысоких давлений на величину теплового эффекта при полиморфном переходе желтого фосфора в черный кристаллический. Бокша С. С. «Кристаллография», 1968, 13, № 1, 126—128

Методом термич. анализа при сверхвысоких газовых давл. определена зависимость теплового эффекта полиморфного превращения желтого фосфора в черный кристаллич. от давл. в диапазоне 9—23 тыс. кг/см^2 . Приведено описание методики. Резюме

 ΔH

X. 1968. 15

XIII-1872

1968

Р, св и гр

Брандт И.Б., Финзбург Н.В.,

Успехи физ. наук,

1968, 98, 95-124

7

05 (ΔH₀₉) 13 XIII 1357 1968

Малауев И. М., Ситханова М. С.,
Шокин И. Н., Ихонтово Е. Р.

ЭН. рубк. химии, 1968, 41, №8, 1704-1708

Теллоты гидратации полифосфорной
кислоты

Plt. Lundy 1969
66843

B

9

4

отмечен 2502

1968.

P (2)

P₂(2), P₄(2) P. A. G. O'Hare.

международ. АНЛ-7459, Chem.

сб-ба Dec. 1968, 1-29

(Агоне Nat. Lab.)

S, O, P (ΔH_f) 12 11 13 1968

Gosselin M. XI 207

J. Chim. Phys., Physicochim. Biol.,
1968, 65(6), 1090-1104

Bond energies and lengths for
carbon, sulfur, oxygen and hydro-
gen in organic compounds.

510 M ⊕

⊕

EC 1. 1. 1. H.
Ch 1968, 61, 22, 89803;

$\Delta H_{\text{r.}}(S) = 65,9 \pm 0,8 \text{ kcal/295}$
Macle H, Offore P.A.G

B9-XIII 402

1968

P(5)

90283w Fusion of black phosphorus to 16,000 atmospheres.
Marani, A.; Guarise, G. B. (Univ. Padova, Padua, Italy).
Chim. Ind. (Milan) 1968, 50(6), 663-5 (Ital). Exptl. measure-
ments of the fusion temp. are well-correlated by $P_f = 3.24$
 $[(T_f/879)^{4.7} - 1]$, where P_f is the pressure, kilobars, T_f the
fusion temp., °K. The triple point is 879°K. Black P appears
to be the most stable form. W. Licht

C.A. 1968-69. 22

ВФ-ХИ-402

1968

Р (черный)

9 Б811. Плавление черного фосфора до 16 000 атм.
Marani A., Guarise G. B. Fusione del fosforo nero
fino a 16.000 atm. «Chim. e ind.», 1968, 50, № 6, 663—
665 (итал.)

Изучена зависимость т-ры плавления кристаллич. черного фосфора от давл. в области давл. 2500—16 500 атм. Измерения проводили, нагревая красный фосфор при постоянном давл. и наблюдая переход: Р(красный) → Р(черный) → жидкость. Образование черного фосфора констатировали рентгенографически, плавление — по изменению электропроводности образца. Эксперим. данные использованы для вычисления констант в уравнениях Симона и Сальтера (см. РЖХим, 1955, № 7, 11284), Кеннеди и Краута (см. РЖХим, 1967, 20Б668) и кон-

X. 1969. 9

станты Грюнайзена. Кривая плавления, рассчитанная по уравнению Симона и Сальтера, хорошо совпадает с эксперим. данными. Экстраполяцией кривой плавления к нулевому давлению определена температура тройной точки черного фосфора (879° K). Полученные данные подтверждают, что черный фосфор по сравнению с красным является более стабильной формой. И. Н. Семенов

PO , P_2O_3 , P_2O_4 , P_2O_5 , AsO , As_2O_3 , XIII 1968
 SbO , Sb_2O_3 , BiO , Bi_2O_3 , Bi_2O_4 , Bi_2O_5 , 1033
 Bi_4O_6 ($\Delta H_{\text{f}298}^\circ$, $\Delta G_{\text{f}298}^\circ$, S_{298}°) 13

Глехович В.Ф.,

Ж. Прикл. Химии (Ленинград), 1968, 41(10), 2237-38

Сандаринские термодинамические функции
окислов ряда элементов V группы.

М.Б. (ф)

17

СА, 1969, 70, 512-518, 46

P

XIII - 954

1968

92431s Preparation of highly purified phosphorus and its physical properties. Ueda, Shiro, (Univ. Chiba, Chiba, Japan). *Oyo Butsuri* 1968, 37(6), 566-73 (Japan). Highly purified P is used for prepg. semiconductors. Various kinds of purification of com. available P and its phys. properties are reviewed. 25-references. M. Sorai

C.A. 1968. 69. 22

Ba, ~~Fe~~, Ge, P, Te (Tr) ¹⁹⁶⁹ ~~XII~~ 1611

Brandt N., Ginzburg N.I.,
Contemp. Phys., 1969, 10, 355-386

T

P

1969

Lee Brewer, Ford Townblatt:
Adv. in High Temp. Chem.
1969, 2, 1-85.

△ H. f. 0
238

adv. march 1969

P

Bp-3735-IX 1969

Brandt N.B.

Ginzburg N.J.

(T.H.)

Contemp. Phys., 1969,
10, 355-86

XIII - 1395

1969

Р

1 Б698. Истинная теплоемкость черного кристаллического фосфора и металлического мышьяка в температурной области 13—300° К. Пауков И. Е., Ногтева В. В., Стрелков П. Г. «Ж. физ. химии», 1969, 43, № 6, 1385—1389

(Cp)
Δ.S

Излагаются результаты эксперим. исследования истинной теплоемкости черного кристаллич. фосфора от 13 до 293,8° К и теплоемкости металлич. мышьяка от 13,9 до 289° К. Образец фосфора содержал 99,12% Р, 0,3% С и 0,3% Рb. Взятый для исследования металлич. мышьяк содержал 0,007% примесей. Основная примесь: 0,004—0,006% Р. Проведен рентгено-фазовый анализ образцов. Не обнаружено присутствия аморфной модификации ни в образце фосфора, ни в образце мышьяка. Измерения

X. 1970. 1

○ ● ⊕

сейчас у Бергел. ☒

теплоемкости проводились в вакуумном адиабатич. калориметре. Спец. устройство позволяло автоматически поддерживать адиабатич. условия во время калориметрич. опыта. В статье помещены таблицы эксперим. и графически выровненных значений теплоемкости черного фосфора и мышьяка. Вычислены абсолютные энтропии и энтальпии исследованных элементов при станд. т-ре; для фосфора $S^0_{298,15} = 5,422 \pm 0,010$ э. е. и $H^0_{298,15} - H_0 = 873,0 \pm 1,2$ кал/г-ат; для мышьяка $S^0_{298,15} = 8,516 \pm 0,015$ э. е. и $H^0_{298,15} - H_0 = 1222,3 \pm 1,7$ кал/г-ат.

Автореферат

P

Ср;
кристал.
стр-ра

23 Б737. Термодинамические свойства элементарного фосфора. Теплоемкость двух кристаллических модификаций красного фосфора, α - и β -белого фосфора и черного фосфора в интервале от 15 до 300° K. Stephen-son C. C., Potter R. L., Maple T. G., Morrow J. C. The thermodynamic properties of elementary phosphorus. The heat capacities of two crystalline modifications of red phosphorus, of α and β white phosphorus, and of black phosphorus from 15 to 300 K. «J. Chem. Thermodyn.», 1969, 1, № 1, 59—76 (англ.)

Кристаллические модификации красного Р (I) были получены нагреванием аморфного Р, образцы белого Р (II) — вакуумной дистилляцией; изучена кристаллич. структура кристаллич. форм I, II и черного Р (III). Отмечено, что плотность III значительно превышает плотность I (соотв. 2,70 и 2,38 г/см³). В результате калори-

1969

1958
1111-1958

X.1969. 23

метрич. измерений полученные данные по зависимости теплоемкости в интервале 15—300° K. Точность измерений составляет при 35, 20 и 15° K соотв. 0,2; 1,0 и 5%. Эксперим. данные для II близки к лит. значениям. Для II измерены т-ра (195,4° K) и энтальпия ($124,6 \pm \pm 0,2$ кал/моль), превращения, энтальпия ($157,4 \pm \pm 0,5$ кал/моль) и т-ра пл. ($317,3 \pm 0,1^\circ$ K). Определено давление пара над I, равное $1,22 \pm 0,05$ атм при 444,6°. Из данных по теплоемкости рассчитаны значения энтропии двух форм I, II и III. Рассчитаны термодинамич. функции для равновесия $4P \rightleftharpoons P_4$ (газ). Приведена таблица стандартных термодинамич. функций: ΔH^0 , ΔG^0 и S^0 .

И. И. Лапидус

BP-XIII-1256

1969

Ркрасный
Seisun

(64943h) Thermodynamic properties of elementary phosphorus: heat capacities of two crystalline modifications of red phosphorus, of α and β white phosphorus, and of black phosphorus from 15 to 300°K. Stephenson, Clark C.; Potter, Robert L.; Maple, Telford G.; Morrow, John C. (Massachusetts Inst. of Technol., Cambridge, Mass.). *J. Chem. Thermodyn.* 1969, 1(1), 59-76 (Eng). The time and temp. conditions for the prepn. of several cryst. modifications of red P were studied. The heat capacities of 2 cryst. modifications of red P and the heat capacity of black P were measured at 15-300°K. The heat capacity of white P was measured at 15-320°K. White P has a 1st-order transition at 195.4°K. The enthalpy of transition, (124.6 ± 0.2) cal./mole, enthalpy of fusion, (157.4 ± 0.5) cal./mole, and the m.p., (317.3 ± 0.1) °K., of white P were measured. The barrier

Термод. д-во

C. A. 1969. 71. 14

to rotation of P_4 mols. in the α -phase of white P is low enough to allow the contribution to the heat capacity assocd. with hindered rotation to approach the classical value for free rotation at the m.p. The sublimation pressure of red P (form IV) is (1.22 ± 0.05) atm. at 444.6°C . The entropies of the 2 red forms, of black, and of white P were calcd. from the heat capacities. Standard Gibbs energy and enthalpy changes for white and red (IV) P were calcd. from the entropies and other data concerning P.

DWJN

1969

P (Белый)

12 В2. Основы получения белого фосфора. Tenda i
Bogusław. Podstawy procesu otrzymywania fosforu
białego. «Wiadom. chem.», 1969, 23, № 11, 747—758
(польск.; рез. англ.)

Обзор. Рассмотрено получение белого фосфора вос-
становлением фосфата Са углем, а также зависимость
р-ций от т-ры и добавок SiO_2 . Приведены термодина-
мич. данные и рассмотрен возможный механизм реак-
ций. Библ. 14. Резюме

получение;

X. 1970. 12

1974

P

(K → M)

11, B832. Переход красного фосфора в черный при давлениях до 65 кбар. Sorgato I., Guarise G. B., Marani A. Red to black phosphorus transition up to 65 kbar. «High Temp.-High Pressures», 1970, 2, № 1, 105—111 (англ.)

Исследование было проведено путем измерения электропроводности. Установлено, что переход подчиняется кинетич. закону для превращений 1-го рода, причем повышение давления увеличивает скорость превращения. Вычислены кинетич. параметры перехода и их зависимость от давления. Показано, что экстраполированное к атмосферному давлению значение энергии активации хорошо согласуется с рассчитанным ранее (Pauling L., Simonetta M., J. Chem. Phys., 1952, 20, 29). С. Чистов

T_{cr}

(исходные данные)

X. 1974. 11

P

$(\kappa \rightarrow \nu)$

6 E519. Превращение красного фосфора в черный при давлениях до 65 кбар. Sorgato I., Guarise G. B., Marani A. Red to black phosphorus transition up to 65 kbar. «High Temp.-High Pressures», 1970, 2, № 1, 105—111 (англ.)

Методом измерения электросопротивления в тетраэдрич. установке исследовалась скорость перехода красного P в черный в диапазоне давлений до 65 кбар и т-р до 560°C . Линия полного превращения красного P в черный за время 10 мин описывается уравнением: $T=833-6,35 P$ (T в $^\circ\text{K}$, P в кбар). Из скачков электросопротивления перехода определены активационные энергия, объем и энтропия, которые после экстраполяции к атмосферному давлению равны, соответственно, 48,5 ккал/моль, $-15,5 \text{ см}^3/\text{моль}$ и $-14,9 \text{ кал/моль}\cdot\text{град}$. Полученная величина энергии активации хорошо согласуется со значением, рассчитанным Полингом и Симонеттой. В связи с отрицат. значением активационного объема скорость перехода красного P в черный увеличивается с ростом давления.

Е. Ю. Тонков

ф. 1874. 68

^P
(Reference State)

PHAF 194
Iyyg

100-60000°K
(194)

^P
(Crystal)

100-2000°K

100-1500°K

(Liquid)

100-3000°K

(1961)

JHNAF 1941
Tug

P

1971

14 Б762. Рентгенограмма высокотемпературной модификации белого (желтого) фосфора. Коварский В. А., Лепилина Р. Г., Смирнова Н. А., Фраткин З. Г. «Докл. АН СССР», 1971, 196, № 6, 1355—1356

Разработана методика съемки рентгенограмм α -формы белого (желтого) фосфора при комн. т-ре на дифрактометре с ионизац. регистрацией и получены данные о межплоскостных расстояниях высокот-рной модификации.

Автореферат

X.1971.14

P, As, Sb, S, Se, Te, Cl, Br, I, V, Nb, 1972
Ta, Cz, Mo, W, Tc, Re, Ru, Rh, Pd, Os. Ir,
и, Np, P - фториды (термодинамич. св. в.)
12 12 11 6 7 8
VII 6478

Талкин Н.П., Туманов Ю.Н.
VII 6478 Бутылкин Ю.П. A=1943

Термодинамические свойства неор-
ганических фторидов. Справочник
Л. Атомиздат, 1972, 144с.

РДН Уиол, 1972

145680K

Q 13 Ю 31

p
p⁺

Lomnick 9583 1972

Head A. J.

Phosphorous compounds

(ΔH_f)

Comp. Anal. Thermochem.

Data. CATCH-tables.

by Univ. Sussex, Brighton.
Sussex, ● 1972

P_2O_5 , P_4O_{10} (P , ΔH_f , ΔS_f) XIII 2066 1972

Кукущикова Е. Л., Трояченко О. Г.,

Дудчик Г. П., Новиков Г. И.

Редколлегия: Ж. физ. химии АН СССР, М., 1972.

Изс. Рукопись деп. в ВУНИТИ N 5004-72 деп. от
3 ноября 1972). Термодинамическое исследо-
вание пародразования пятиокси фосфора.

РЖХим., 1973
85821 деп

Ю, Б (Ф)

P (δNaq , в Si)

№ 2056 1972

Шачнев В.И.

Редколлегия "Ж. физ. химич" АН СССР.
М., 1972, Ч. Рукопис деп. в ВУНИТИ,

№ 4981-72 деп. от 3 ноября 1972 г.

Определение паручальной молярной теплоты
растворения фосфора в кремнии.

РН Хим., 1973

85803 деп

В, М (Ф)

5

XIII-2135

1972

P_4S_{10} , P_4S_7 , P_4S_3 , $P(Tm, Tt_2)$

P_4S_9 , P_4S_5 , $PS(Tmnc)$

Vincent H.

Bull. Soc. chim. France, 1972, N12,

4517-4521

5

nickel pyruvate

1973

PCG
600°
m.g.
go 1000

Hultgren P, et al.
Selected Values of the
Thermodynamic Properties
of the Elements. U.S. Ohio,
ASell, 1943, p 341.

IX 4926

1973

Антропоген. ур-ние г.л.с. соедин.
Al, B, C, Ca, Cl, Cu, F, H, K, Li, Mg,
N, Na, O, P, S, Si, Ti.

Ромодановский И.Б., Угрюмов В.И.,
Мичурский Н.А.

Сб. тр. Азерб. ун-та. Уст. Азери-
жановского, 1973, (7), 88-2-1 10(6)

P

1973

(ΔH_{mix} of Si) 152193p Determination of the partial molar heat of solution of phosphorus in silicon. Shachnev, V. I. (USSR). *Zh. Fiz. Khim.* 1973, 47(2), 479-80 (Russ). Addnl. data considered in abstracting and indexing are available from a source cited in the original document. The partial molar heat of soln. ΔH_s of P in Si was estd. at 1100-1250° as -9.4 kcal/mole. The ΔH_s was obtained from the data of the surface concn. of P in Si and the data of P vapor pressure during the diffusion. Through this method, it was found that $\Delta H_s = -11.4$ kcal/mole. L. Kuca

C.A. 1973, 78 N24

P

1973

22 Б622. Термодинамический расчет реакций получения фосфора из фосфорных соединений. Вой-чак В. П., Мессерле В. Е., Сакипов З. Б. В сб. «Пробл. теплоэнерг. и прикл. теплофиз.» Вып. 9. Алма-Ата, «Наука», 1973, 206—213

(кр) Приведены результаты термодинамич. расчета процесса возгонки фосфора из трикальцийфосфата и фосфорного ангидрида в диапазоне т-р $800-5000^{\circ}\text{K}$. В интервале т-р $2000-5000^{\circ}\text{K}$ расчет проведен с помощью метода статистич. сумм. Найдены константы равновесия и степени превращения исходных веществ. Резюме

X. 1973 N 22

XIII - 276f

1974

P красн., красн.; InP ($T_m, \Delta H_{298}, \Delta S_{298}$)(p, ΔH_s)

96825u Phase equilibriums and vapor pressures of pure phosphorus and of the indium/phosphorus system and their implications regarding crystal growth of indium phosphide. Bachmann, K. J.; Buehler, E. (Bell Lab., Murray Hill, N. J.). *J. Electrochem. Soc.* 1974, 121(6), 835-46 (Eng). The vapor pressure was measured as a function of temp. of several com. grades of red P [7723-14-0] and a specially prepd. cryst. sample. For cryst. red P, the heat of sublimation, $\Delta H_s = 3.19 \pm 1$ kcal/mole. The com. grades yield vapor pressures, which above 450°C are described by the equation $\ln p = -(10.8 \pm 0.4) \times 10^3/T + (16.5 \pm 0.6)$. The sublimation equil. of red P can be utilized for controlling P pressures, $p > 10$ atm, with a reproducibility of 10% if com. P of at least 5N purity is used. Measurements of the pVT relation of P vapor at $800^\circ\text{K} \leq T \leq 1400^\circ\text{K}$ and $3 \text{ atm} \leq p \leq 35 \text{ atm}$ reveal deviations up to 10% from ideal gas behavior. Excellent accuracy in describing the behavior of P vapor is obtained when the van der Waals equation is used in conjunction with the crit. data of Marckwald

C.A. 1974 81

v 16

41

X

and Helmholtz (1923) and a crit. coeff. of 0.375 for calcn. of both the covol. and the interaction parameter. Consideration of the pressure dependence of the equil. const. K_p for the reaction $P_4 = 2P_2$ yielded approx. values for the fugacity const. at 1000° and 1100°C. The pT_x relation at the liquidus in the vicinity of stoichiometric InP for In-rich and P-rich compns. were established by simultaneous vapor pressure and DTA measurements. The m.p. of stoichiometric InP [22398-80-7] is $1335^\circ \pm 1^\circ\text{K}$ and the corresponding equil. P pressure is 27.5 ± 1 atm. $T-x$ liquidus

data calcd. with the assumption of ideal behavior of the liq. are in good agreement with the exptl. data. Interpretation of the liquidus pressure data yields values of the std. enthalpies and entropies at 298°K of $\Delta H^\circ_{298} = 22.1$ kcal/mole, $\Delta S^\circ_{298} = 15.78$ entropy units (e.u.) for the reaction $\text{InP(s)} = \text{In(s)} + 1/4\text{P}_4(\text{g})$ and $\Delta H^\circ_{298} = 36.0$ kcal/mole, $\Delta S^\circ_{298} = 25.8$ e.u. for the reaction $\text{InP(s)} = \text{In(s)} + 1/2\text{P}_2(\text{g})$. These results are in excellent accord with the std. enthalpies reported by Panish and Arthur (1970) and agree within 3% with literature data on the std. entropies of the reactants. The growth of n - and p -type InP crystals via the gradient freeze technique is discussed and the degree of control of the liquidus concn. is evaluated for various conditions of crystal growth.

XIII - 2461

1974

P

InP

P, ΔH субли.

24 Б735. Фазовые равновесия и давление пара чистого фосфора и в системе индий — фосфор и использование результатов при росте кристаллов InP. Bachmann К. J., Buehler. Phase equilibria and vapor pressures of pure phosphorus and of the indium/phosphorus system and their implications regarding crystal growth of InP. «J. Electrochem. Soc.», 1974, 121, № 6, 835—846 (англ.)

Измерена ΔH -ная зависимость давл. пара нескольких коммерч. препаратов красного фосфора (I) и специально полученного образца I в крист. форме. Теплота сублимации (ΔH) для крист. I $31,9 \pm 1$ ккал/моль. Давл. пара (p) коммерч. образцов при T -рах выше 450° опи-

X. 1974. N 24

④

☒

InP (T_m)

сывается уравнением $\ln p = -(10,8 \pm 0,4) \cdot 10^3/T + (16,5 \pm 0,6)$. Равновесная сублимация I может быть использована для контролирования давл. I при $p > 10$ атм с воспроизводимостью 10% при чистоте коммерч. препарата по меньшей мере 99,999%. Измерения pVT -характеристик пара I в областях $800^\circ \text{K} \leq T \leq 1400^\circ \text{K}$ и $3 \text{ атм} \leq p \leq \leq 35 \text{ атм}$ указывают на отклонение поведения пара I на $\sim 10\%$ от идеального газа. Для р-ции $P_4 = 2P_2$ получены приблизительные значения для коэф. активности при 1000 и 1100°. pTX -соотношения в точке ликвидуса определены одновременно по измерению давл. пара I и методом ДТА. Т. пл. стехиометрич. $\ln P$ равна $1335 \pm 1^\circ \text{K}$ и равновесное давл. пара I $27,5 \pm 1$ атм. Данные T -х-ликвидуса вычислены в условиях приближения жидкости к идеальной и находятся в хорошем соответствии с эксперим. данными. Из данных по давл. пара ликвидуса вычислены значения стандартной энтальпии и энтропии при 298°K : $\Delta H^\circ_{298} = 22,1$ ккал/моль, $\Delta S^\circ_{298} = 15,78$ э. е. Расчет газ. фазы способствует выбору условий роста монокристаллов $\ln P$ с n и p -типом проводимости.

А. В. Салов

Окислы В, Si, P, As (P) 1974.

Казенас Е., Чижиков Д. М.,
Цветков Ю. В. XIII 2996

Структура, свойства, приме-
ные металлов, материалы 2^{ой}
симпозиума, 1972 (Труд. 1974), 158-63.

Масс спектрометрическое
изучение ионаризованных и диссоции-
руемых в окислах (системах). 10
С. А. 1975. 82 W 18. 116177k. Б, М (Ф)

P

XIII - 2062

1974

157186b Transformation of yellow phosphorus to red phosphorus. Nazarov, E. A.; Zagurskaya, V. V.; Smirnova, N. A.; Nikolaeva, I. A. (USSR). *Tr. Leningr. n.-i. i proekt. in-ta osnovn. khim. prom-sti*. 1974, (12), 8-12 (Russ). From *Ref. Zh., Khim.* 1975, Abstr. No. 4L136. Title only translated.

(Tr)

C.A. 1975-83 v18

ВР (K_p), ΔH , ΔS) XIII-3354 1975

P_1^+ , P_2^+ , P_3^+ , P_4^+ (A.P.)

Александров А.С., Стеблевский А.В.
Триковерт Е.Л., Тараторский В.И.

Исх. групп. химии, 1975, 12 (12),
3125-7.

Масс-спектрометрические
исследования метарекста ВР.

С.И. 1976. 84 №18. 126863 m. M, 10 (P) ?

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, P_2O_5 (абгущ.) 1975

IX-5163

Бурлов И.С., Басенок В.В.,
Мосеев А.А., Тетковские В.В.,
Метеревский Р.И.,

Химия выс. энергии, 1975,
9 (4), 311-15.

Восстановление оксидов в
низко-температурной плазме
С.А. 1975, 83 и 22. 184476с М 5

P (нарс)

XU-10602

1975

BP-XIII-3313

(термодинамика)

P₂, P₄

209586d Thermodynamics of dense phosphorus vapors.
Rau, Hans (Philips Forschungslab. Aachen G.m.b.H., Aachen,
Ger.). *J. Chem. Thermodyn.* 1975, 7(10), 903-12 (Eng).
Ds. of satd. and unsatd. phosphorus vapors were detd. from 720
to 1380°K and at pressures up to 150 atm. In addn., satd. vapor
pressures up to the crit. point are reported. From the results,
van der Waals consts. (for ds. below 60 mg cm⁻³) or compression
and fugacity coeffs. (for higher ds.) are calcd. The results are
discussed with respect to the theorem of corresponding states.

C.A. 1975. 83 N26

P

#4-12101
XIII-3314

1975

(P)

48594n PVT [pressure-volume-temperature] measurements on phosphorus vapors. Rau, Hans (Philips Forschungslab. Aachen G.m.b.H., Aachen, Ger.). *Proc. Int. Conf. High Pressure, 4th* 1974 (Pub. 1975), 543-5 (Eng). Edited by Osugi, Jiro. Phys.-Chem. Soc. Jpn.: Kyoto, Japan. Ds. of satd. and unsatd. P. vapours were detd. at 720-1350°K and ≤ 150 atm. From the results, van der Waals consts. (for ds. below 0.05 g cm⁻³) or compressibility and fugacity coeffs. (for higher ds.) were calcd. The results are discussed with respect to the theorem of corresponding states. The method of investigation, which can be used for pressure-vol.-temp. measurements on all substances that do not attack silica, can easily be extended to higher pressures.

C.A. 1975. 8346

P

XIII - 3223

1975

156110k Phosphorus polymorphism. Samsonov, G. V.
(Inst. Probl. Materialoznavstva, Kiev, USSR). *Dopov. Akad.
Nauk Ukr. RSR, Ser. B* 1975, (7), 632-3 (Ukrain). The
polymorphism of P was discussed in terms of an electron
configuration model. White, red, and black P were studied.
Structural features and transitions were discussed. The P atom
was mainly characterized by donor properties realized during
formation of modifications. Some of its features were similar to
N, C and Si but not to O and S. J. Liskowacki

(T+x)

C. A. 1975.83 n 18

обзор термод. св. в растворов 1975
C, N₂, O₂, H₂, P в металлах

XI 4464



Slough W.,

Natl. Phys. Lab. (U.K.), Div.
Chem. Stand. Rep., 1975, 31,

22 pp.

11, 12, 14

National Physical Laboratory sur-
vey of the sources of thermodyna-
mic data for dilute solutions of
1508755

Na_2O , BaO , CaO , MgO , SiO_2 ,
 P_2O_5 , SiO_2 , Al_2O_3 ($\Delta\text{H}^\circ_{\text{soln}}$, $\Delta\text{G}^\circ_{\text{soln}}$) 1976
р-р в HF IX-5321

Авцистих А.И., Митроков И.М., Кова-
ленко В.В.,

Ж. орг. хим. 1976, 50(4), 1043-4.

Термодин. анализ взаимодействия
некоторых окислов с раствором
кислот HF.



М, В (Ф)

107585 N8, 52571 m

6 9 117

Palate)

1977

Baker J, et al.

~~v. I; p. 589~~

v. II; p. 503

298 - 317 (mt)

317 - 550 (x)

550 - 2000 (20y)



(v. II - I)

P (cc)

Brown J, et al

1977

~~v. I; p. 588~~

v. II; p. 502

298-570 (m)

(coll. Ag-I)

1977

p+2

Rosenstock M. M. et al

T. g.
cb-ba

J. Phys. Chem. Ref. Data
1977, 6. Suppl. A1, p 1-396

1977

p^+

Rosenstock M. M. et al

J. Phys. Chem. Ref. Data,
1974, 6. Suppl. A1, p 1-395

r.g.
C66a

P

XIII - 4113

1977

88: 14490p X-ray diffraction study of allotropic transformations of amorphous red phosphorus at a high pressure and temperature. Tsvigunov, A. N. (Inst. Geokhim. Anal. Khim. im. Vernadskogo, Moscow, USSR). *Zh. Fiz. Khim.* 1977, 51(9), 2273-6 (Russ). The allotropic transformation of amorphous γ -P at high pressure (20-100 kbar) and high temp. (20-1200°) was studied by x-ray diffraction. The γ -P transforms to cryst. black ϵ -P at 20° and a pressure of 60 kbar; at 20° and 40 kbar γ -P transforms to amorphous black P. At 20 kbar the initial γ -P $\rightarrow$ ϵ -P transformation occurs at 200°. At 40 kbar and 100-200° γ -P transforms to a previously unknown metastable θ P.

L. F. Koons

Ttr

C.A., 1978, 88, NR

XIII - 4113

1977

P

2 Б413. Рентгенографическое исследование аллотропных превращений аморфного красного фосфора при высоком давлении и температуре. Цвигунов А. Н. «Ж. физ. химии», 1977, 51, № 9, 2273—2276.

Проведено рентгенографическое исследование (в фокусирующей камере-монокроматоре) аллотропных превращений аморф. γ -фосфора при высоком давл. (20—100 кбар) и т-рах 20—1200°. Установлено, что γ -Р

переходит в крист. черн. фосфор ϵ -Р при комн. т-ре (20°) и давл. 60 кбар, а при 40 кбар и 20° γ -Р переходит в аморф. черн. фосфор. Начало превращения $\gamma \rightarrow \epsilon$ -Р при 20 кбар имеет место при 200°. При давл. 40 кбар и 100—200° γ -Р переходит в ранее неизвестную метастабильную модификацию 0-Р. Приведена рентгенограмма 0-Р.

Автореферат

(T+x)

X, 1978, №2

1978

Р (к, белый; ж)

Турбин Л. В. и др.

Периодический. св-ва

т. ср. изд. в-в, 3^е изд. т. 1.

стр. 323.

М., Наука, 1978

1978

P

9 2330. Температурная зависимость внедрения добавок при образовании кремниевых эпитаксиальных пленок из газовой фазы. II. Внедрение фосфора и величины дифференциальной молярной энтальпии растворения. Kühne H. Die Temperaturabhängigkeit des Dotanteneinbaus bei der Abscheidung von Siliziumepitaxieschichten aus der Gasphase (II). Der Phosphoreinbau und die Größe der differentiellen molaren Lösungsenthalpie. «Krist. und Techn.», 1978, 13, № 9, 1059—11066 (нем.)

ΔH soln.

Из равновесия внедрения по лит. данным определена дифференциальная молярная энтальпия р-рения элементарного фосфора в эпитаксиальном кремнии с учетом концентрации электронов проводимости. Усредненное значение для реального р-ра составляет 9,3 ккал/моль, откуда с учетом энергии напряжения решетки для идеального р-ра получено 7,1 ккал/моль. Последняя величина хорошо согласуется с лит. теор. значением 6,9 ккал/моль. По резюме

Q.1949,19

P

моно -
кристалл

P-T
диагр.

x, 1978, N15

15 Б555. Образование монокристаллов черного фосфора из расплава при высокой температуре и высоком давлении. Ushio Masumi, Sumiyoshi Yoshihiro. «Нихон кагаку кайси, Nippon Kagaku Kaishi, J. Chem. Soc. Jap., Chem. and Ind. Chem.», 1978, № 2, 175—180 (япон.; рез. англ.)

Монокристаллы черн. фосфора ($P_{\text{ч}}$) получены при затвердевании расплава в области высоких т-р ($840-1760^{\circ}$) и давл. (4—10 кбар). Исходным продуктом служил порошок красн. фосфора ($P_{\text{к}}$) с размером зерна ~5 мкм. Построена P-T-диаграмма состояния фосфора. Показано, что при т-рах $720-900^{\circ}$ ($P=6$ кбар) и $550-1000^{\circ}$ ($P=10$ кбар) идет полиморфное превращение $P_{\text{к}}$ в стабильный $P_{\text{ч}}$ в твердофазной области. Найдено, что жидк. фаза существует в т-рной области $900-1400$ (при 6 кбар) и $1050-1600^{\circ}$ (при 10 кбар). При т-рах выше 1500 и 1700° (при 6 и 10 кбар, соотв.) имеет место переход жидкость→пар. Синтезированные монокристаллы $P_{\text{ч}}$ имели характерный металлич. блеск. Максим. размеры кристаллов составили $4,5 \times 2,0 \times 0,23$ мм. Рентгеновские исследования позволили установить высокую кристалличность полученных монокристаллов $P_{\text{ч}}$ и направление роста $\langle 100 \rangle$.

А. В. Рощина

1978

Фосфор (кристал. $\rightarrow$ аморфн.) 1979

№ 6 Б781. Термодинамические функции перехода фосфора из кристаллического в аморфное состояние. Антюхов А. М., Смоляренко Э. М. «Изв. АН СССР. Неорганические материалы», 1979, 15, № 5, 888—890

Методом э. д. с. определены изменения изобарно-изотермич. потенциала, энтропии и энтальпии при образовании фосфида цинка из красного аморфного или черного крист. фосфора и тв. цинка. Из полученных данных рассчитаны теплота и энтропия превращения красного крист. фосфора в красный аморфный, равные $7,1 \pm \pm 1,7$ кдж/моль и $48,8 \pm 2,5$ дж/моль·град соответственно.

Резюме

ΔH_{tr} ; ΔS_{tr}

х. 1979, N16

P (фосфор)

Черный

резкое
полупроводнико-
— свойства

2-1980. N4

1973
4 Б361. Влияние давления на систему связей в структуре черного фосфора. Cartz L., Srinivasa S. R., Riedner R. J., Jorgensen J. D., Worlton T. G. Effect of pressure on bonding in black phosphorus. «J. Chem. Phys.», 1979, 71, № 4, 1718—1721 (англ.)

Для объяснения эффекта резкого уменьшения электро-сопротивления с увеличением приложенного к образцу давл., указывающего на возможность существования в кристалле перехода полупроводник/металл, проведено нейтронографич. (порошковый дифрактометр, 43 независи-мых отражения, съемка образца по методу времени пролета в 11 точках интервала давл. 0—26,6 кбар, профильный анализ, МНК, $R=0,03$) изучение крист. структуры наиболее стабильной модификации Р — черного Р. Установлены величины длин связей и углов в исследуе-мой структуре как функции гидростатич. давл. на об-разец. Выявлен структурный механизм сжатия кристал-ла. В структуре существует 2 типа связей — сильные

ковалентные и слабые ван-дер-ваальсовы. Эффект анизотропии сжатия кристалла при приложении к нему давл., установленный ранее (Riedner R. J. et al. Am Inst. Phys. Conf. Proc., 1974, 17, 8) может быть объяснен сильным укорочением ван-дер-ваальсовых контактов (на $\sim 0,1$ А) между атомными слоями структуры наряду с эффектом сдвига или скольжения атомов в пределах самого слоя. При этом конфигурация ковалентно связанных цепей атомов (в пределах слоя), простирающихся вдоль a — направления кристалла — практически остается неизменной. Величина средн. эффективной линейной сжимаемости для ван-дер-ваальсовых контактов $1,48 \cdot 10^{-3}$ кбар $^{-1}$, в то время как для ковалентных связей она на порядок меньше. Полученные структурные данные могут составить основу расчетов, связанных с электронной структурой исследуемого кристалла.

И. Д. Датт

(где
С.Р.

7973

P

As

Sb

Bi

19 БЗ69 К. Основные понятия науки и техники.
Новая серия. Раздел III: физика кристаллов и твер-
дого тела; том 7. Кристаллические структуры неорга-
нических соединений. Часть с. Ключевые элементы:
N, P, As, Sb, Bi, C; подраздел: ключевые элементы P,
As, Sb, Bi. Lam dolt-Börnstein. Zahlenwerte
und Funktionen aus Naturwissenschaften und Technik.
Neue Serie. Hrsg. Hellwege K.-H. Gruppe III: Kris-
tall- und Festkörperphysik. Bd 7. Kristallstrukturen
anorganischer Verbindungen, Pies Wolfgang, Weiss
Alarich. Teil c. Schlüsselemente: N, P, As, Sb, Bi, C
c2: Schlüsselemente P, As, Sb, Bi (Substanznummern
c1134...c3338). Hrsg. Hellwege K.-H., Hell-
wege A. M. Berlin e. a., Springer, 1979.

Приведены справочные данные по крист. структурам
соединений элементов P, As, Sb и Bi. C. В. С.

справочн.

данные

по крист. структурам.

X.1979, N19

(43)



Р (красный)

7973

21 Б386. К вопросу об аллотропных формах красного фосфора. Нечаева В. В., Таланов Н. Д., Соколов А. И. «Ж. неорганич. химии», 1979, 24, № 7, 1979—1981

На основе рентгенографич. исследования (дифрактометр, λ Cu) порошков красн. фосфора, полученных полимеризацией бел. фосфора при t -ре 300° в течение 65 час. и послед. отжигом нек-рых образцов при 450° в течение 16 час., с привлечением лит. данных о параметрах решеток красн. фосфора, делается вывод о существовании двух (I и II) аллотропных форм красн. фосфора с параметрами монокл. решеток I и II a 9,96—10,43 (средн. 10,20) и 9,01—9,32 (9,24), b 9,22—9,48 (9,36) и 8,94—9,41 (9,21), c 24,6—25,8 (25,1) и 21,7—22,8 (22,3) Å, β 116,7—119,9 (118,8) и 101,7—113,0 (107,4°). Разброс параметров внутри групп, отнесенных к формам I и II меньше, чем между группами и является следствием склонности красн. фосфора к образованию дефектных полимерных структур.

П. А. Сандомирский

Синтез.
свойства

2.1979.12.1

1979

P

91: 116461j Allotropic forms of red phosphorus. Nechaeva, V. V.; Talanov, N. D.; Soklakov, A. I. (Nauchno-Issled. Inst. Udobr. Insektofungits. im. Samoilova, Moscow, USSR). Zh. Neorg. Khim. 1979, 24(7), 1979-81 (Russ). From x-ray data, red-cryst. P, obtained under various conditions, gives 2 allotropic forms which belong to the monoclinic system.

аллотропное
, фосфор



C.A. 1979, 91, N14

Р/фосфор
(красный)

4949
9 E847. К вопросу об аллотропных формах красного фосфора. Нечаева В. В., Таланов Н. Д., Соклаков А. И. «Ж. неорганической химии», 1979, 24, № 7, 1979—1981

На основании рентгенографич. исследований образцов красного кристаллич. Р, полученного в разных условиях, предложена новая система аллотропных форм для красного Р. Показано, что красный Р, несмотря на различия в способах получения, образует две аллотропные модификации, принадлежащие к моноклинной сингонии.

Резюме

Тт2

ф. 1979, № 3

1980

P (утомон. тоғуки)

Zanco G.,

Hung. Acad. Sci., Cent. Res. Inst.
Phys., KFKI 1980, KFKI-1980-20,
22pp.

Bibliography on ● vapor pressure
isotope effects.

C.A. 1980, 93, N4, 31882p

P

Ommuck 13423

1981

кристал.
структура

Burdett J.K.,
McLarnan T.J.,

J. Chem. Phys., 1981,
75, ● N12, 5764-5773.

P

[Ommuck 13424] 1981

Кручан.
смыкка

Burdett G.K., Haaland P.,
et al.,

J. Chem. Phys., 1981, 75,
N12, 5774-5781.

Фосфор

1981

Красный и
серый

О₂, С⁰;

196: 112621s The vibrational spectra of crystalline and amorphous phosphorous. Gompf, F.; Lannin, J. S. (Inst. Angew. Kernphys., Kernforschungszent. Karlsruhe, D-7500 Karlsruhe, Fed. Rep. Ger.). *J. Phys., Colloq.* 1981, (C6), 27-9 (Eng). Inelastic neutron scattering measurements are reported on polycryst. orthorhombic black P (o-black P) and on amorphous red P (a-red P). The vibrational d. of states of a-red P is composed of 3 distinct spectral bands, with gaps of pseudo-gaps sepg. these regions. While the high frequency phonon band of o-black P occurs near to that of a-red P, considerable differences exist at lower frequencies. The lowest band in a-red P is less structured and shows a strong shift towards smaller energies, i.e., a pronounced softening of the lower part of the a-red spectrum is displayed. The vibrational densities of states were employed to det. the lattice sp. heats and Debye temps.

C.A. 1982, 96, N14.

Р

1981

(черный фосфор)

10 Б621. Получение, выращивание больших монокристаллов и физико-химические свойства черного фосфора при высоких давлениях и температурах. Shirotani I., Mamiwa R., Sato H., Fukizawa A., Sato N., Mamiyama Y., Kajiwara T., Inokuchi H., Akimoto S.-iti. «Нихон кагаку кайси, Nippon kagaku kaishi J. Chem. Soc. Jap., Chem. and Ind. Chem.», 1981, № 10, 1604—1609 (япон.; рез. англ.)

Тм;

При высоких давл. и т-рах до 500° из бел. и красн. фосфора получен крист. черный фосфор (I) и изучены его электр. св-ва. Т. пл. I повышается с ростом давл. При медленном охлаждении расплава I под высоким давл. получены большие (длиной до 5 мм) монокристаллы. Электросопротивление (ρ) для I имеет анизотропный характер. В слоях вдоль кристаллографич. осей a и c оно составляет 0,1 и 1 Ом·см соотв., а в перпендикулярном к слоям направлении, вдоль оси b равно 10^2 — 10^3 Ом·см. При повышении давл. анизотропия ρ в слоях исчезает, но 2-мерный характер ρ в кристаллах I сохраняется. Ф. М. Спиридонов

X. 1982, 19, N10

P

1981

96: 107081m Phosphorus thermochemistry and MHD plasma conductivity. Wormhoudt, J.; Freedman, A.; Kolb, C. E. (Aerodyne Res. Inc., Bedford, MA 01730 USA). *Eng. Aspects Magnetohydrodyn.* 1981, 19th, 15/1/1-15/1/7 (Eng). In response to concern over the neg. effect of P oxide neg. ions on coal-fired MHD plasma cond., results are presented of predictive modeling of several combustion gas systems in which K and P species concns. were measured. Modeling is done with a no. of sets of thermodyn. parameters for these species, with the aim of showing that all observations can be simultaneously predicted and are therefore consistent with each other. Those models are then applied to generator performance prediction. The P oxide neg. ions may have less effect on MHD plasma cond. and generator performance than previously predicted, this being probably due to stable neutral K phosphate species. The necessary thermochem. parameters for some mols. are still not adequately specified.

meritoxum

C.A. 1982, 96, N14.

P

1982

96: 203528h Vapor pressure of phosphorus in liquid iron-phosphorus alloys. Ban-Ya, Shiro; Maruyama, Nobutoshi; Fujino, Shinji (Fac. Eng., Tohoku Univ., Sendai, Japan 980). *Tetsu to Hagane* 1982, 68(2), 269-76 (Japan). The vapor of pressure of P in molten Fe-P alloys was measured by the transport method at 1473-1773 K and 4.5-18.7%. The free energy of soln. and the activity of P in Fe were detd. by applying the interstitial model to the exptl. results. The equil. const., activity coeff., and interaction coeff. of P in Fe melt were detd. using the mol and lattice ratio of P in liq. Fe.

 $\Delta f_{\text{soln. of Fe}}$ C. A. 1982, 96, N24.

P

1982

1) 4 E620. Вызванный давлением фазовый переход черного фосфора в структуру типа мышьяка. Анализ на основе представления о сохранении симметрии орбиталей. The pressure-induced black phosphorus to A7 (arsenic) phase transformation. An analysis using the concept of orbital symmetry conservation. Burdett Jeremy K., Lee Stephen. «J. Solid State Chem.», 1982, 44, № 3, 415—424 (англ.)

фазный
переход

Методом сильной связи получены и проанализированы с точки зрения теории симметрии диаграммы орбитальных корреляций в различных точках зоны Бриллюэна в случае фазового перехода черного P в структуру A-7 (типа As). Удвоение уровней в некоторых точках для структуры черного P непосредственно связано с несимметричной природой пространств группы. Удвоения, наблюдавшиеся для структуры типа As, связаны с выбором четырехатомной, а не двухатомной элементарной

ф. 1983, 18, № 4

ячейки. Требования к пространственной группе в начале и в конце процесса превращения использованы только для проверки диаграмм орбитальных корреляций. В общем случае показано, что пересечение верхней занятой молекулярной орбиты и нижней свободной орбиты происходит в точке $k = (1/2, \alpha, \beta)$. Е. С. Алексеев

Черный фосфор
Р

1982

7 Б664. Динамика решетки черного фосфора. Lattice dynamics of black phosphorus. Kaneta C., Katayama-Yoshida H., Morita A. «Solid State Commun.», 1982, 44, № 5, 613—617 (англ.)

Кривые дисперсии фононов для слоистой структуры черн. фосфора рассчитаны с помощью модели, в к-рой взаимодействие внутри слоев задается валентными силами, а между слоями — аксиально-симм. силами. Все силовые постоянные определяли с использованием эксперим. значений частот оптич. Г-фононов и симметричных соотношений между скоростями звука. Расчет удовлетворительно описывает эксперим. данные по спектрам КР 2-го порядка, дебаевской т-ре и неупругому рассеянию нейтронов. В то же время для линейной сжимаемости обнаружено большое расхождение с экспериментом (для K_v оно достигает почти 2 порядков). Причина расхождения остается невыясненной.

С. Ш. Шильштейн

динамика
решетки

х. 1983, 19, № 7

^P
Фосфор

1982

6 А78 К. Фосфор. Основы химии, биохимии, технологии. Корбридж Д. Пер. с англ. М.: Мир, 1982. 680 с., ил.

Книга посвящена основам химии соединений фосфора и возможностям их использования в разнообразных научных исследованиях, промышленности, сельском хозяйстве, военном деле и в быту. Суммированы основные сведения по химии минер. и орг. пр-ных фосфора, главным аспектам их практич. использования, метаболизму природных фосфатов и др. фосфорсодержащих продуктов. Приведены аргументы в пользу выделения химии фосфора в кач-ве самостоятельной и важной области науки. Материал сгруппирован по след. разделам: введение и общие сведения; фосфиды и простые соединения; фосфаты; фосфор-углеродные соединения; фосфор-азотистые соединения; эфиры к-т фосфора и биохимия; соединения со связью фосфор—сера; полифосфины, циклич. соединения и высокополимеры; фосфор и элементы групп III и IV; координац. соединения со связью металл—фосфор; спец. вопросы.

М. В. Шередеко

Основы
химии,
биохим.
технол.

Х. 1983; 19,
N 6

P

1982

98: 91030b Study of the conversion of white phosphorus into red in a granulated mixture of phosphorus modifications. Nikandrov, I. S.; Zagurskaya, V. V. (USSR). *Mezhdvuz. Sb. Nauch. Tr. Leningr. Tekhnol. In-t* 1982, (6), 124-7 (Russ). From *Ref. Zh., Khim.* 1982, Abstr. No. 23L149. Title only translated.

Tr;

C.A. 1983, 98, N6.

P(x,u)

1982

Par Kratz L.B.

(298-550) Thermodynamic Properties
of Elements and Oxides
USA Bur. Mines Bull. 672

● (yillegelva)

P (краткий)

1982

Par Kratz L.B.

(298-700) Thermodynamic Properties
of Elements and Oxides
USA Bur. Mines Bull. 672

● (y nepeche)

1982

Термодин.
обращен.
фосфора и
его соедин.
при высо-
ких t° .

96: 106529b Thermodynamics of the formation of phosphorus and its compounds at high temperatures. Voichak, V. P.; Messerle, V. E.; Sakipov, Z. B. (USSR). *Vysokotemperaturn. Energotekhnol. Protsessy i Apparaty. Lab. Razrab.*, M. 1980, 106-20 (Russ). From *Ref. Zh., Khim.* 1982, Abstr. No. 1L182. Title only translated.

C. A. 1982, 96, N14.

Р (красный)

ОММ. 16475 1983

98: 132646y The retarded sublimation of red phosphorus. De Lary, Brian; Finch, Arthur; Gardner, Peter J.; Kell, Nicholas (Chem. Dep., R. Holloway Coll., Egham, UK TW20 0EX). *J. Chem. Soc., Faraday Trans. 1* 1983, 79(2), 383-90 (Eng). Vaporization coeffs. (α_v) for red P (form IV) were detd. at 620-690 K at P satn. ratios (p^*/p^c) of 0.08-0.29 and in the presence of N at 1 atm. At 650 K, $\alpha_v(p^*/p^c = 0.18) = 2.5 \times 10^{-8}$. The effect of I on the sublimation rate was examd.

(p)

C. A. 1983, 98, N16.

P

1983

Harrison P. G.

Annex Repts Progr.

(0030p)

Chem., 1983, A 80,

Annex Repts, 77-115.

(see: C; ~~A~~^I)

P

1983

9 E606. Рентгенографическое изучение сжимаемости решетки и фазовых переходов в кристаллическом фосфоре. An X-ray diffraction study of lattice compression and phase transition of crystalline phosphorus. Kikagawa Takumi, Iwasaki Hiroshi. «Acta crystallogr.», 1983, B39, № 2, 158—164 (англ.) Место хранения ГПНТБ СССР

На установке высокого давления с алмазными наковальнями проведено тщательное рентгенографич. исследование поведения поликристаллич. P до давления $P=32$ ГПа. Подтверждено существование переходов от орторомбической к ромбоэдрической (A7) структуре ($P=5,5$ ГПа) и далее к простой кубич. структуре (10 ГПа). Показано, что если структура A7 существует только в относительно узком интервале давлений (5,5—10 ГПа), то простая кубическая стабильна вплоть до максимально достигнутого давления. Обработка данных

фазов. переход.

90.1983, 18, 19

по сжимаемости даёт следующие параметры уравнения состояния Мурнагана для трех фаз соответственно: $K_0=36\pm 2$ ГПа, $K_0'=4,5\pm 0,5$; $K_0=46\pm 4$ ГПа, $K_0'=\pm 3,0\pm 0,6$; $K_0=95\pm 5$ ГПа, $K_0'=2,1\pm 0,8$. Предложены атомарные модели фазовых переходов. Библ. 21.

Е. С. Алексеев

Р

1983

✓ 20 Б396. Исследование сжимаемости и фазовых переходов кристаллического фосфора с помощью рентгеновской дифрактометрии. An X-ray diffraction study of lattice compression and phase transition of crystalline phosphorus. Kikegawa Takumi, Iwasaki Hiroshi. «Acta crystallogr.», 1983, В39, № 2, 158—164 (англ.). Место хранения ГПНТБ СССР

Повторно изучена крист. структура Р при высоком давл. (ВД) с целью уточнения границ стабильности простой кубич. фазы ВД, получения данных по сжимаемости и параметров фазовых переходов. Исходный материал — ромбич. (черный) Р, приготовленный из красн. Р, помещался в рентгеновскую камеру ВД с алмазными наковальнями. В кач-ве внутреннего стандарта и среды, передающей давл., использовался NaCl. Дифракц. картина (λMo) наблюдалась в пределах $0-40^\circ 2\theta$. Погрешность определения давл. по NaCl 2—3%. Выявлено наличие двух фазовых переходов: ромбич. Р — ромбоэдрич. Р, $P_T = 5,5$ (5) ГПа и ромбо-

фазовые
переходы,
кристал.
структура

Х. 1983, 19, № 20

Р. (фосфор
Красный)

1983

15 Б937. Замедленная сублимация красного фосфора. The retarded sublimation of red phosphorus. De Largy Brian, Finch Arthur, Gardner Peter J., Kell Nicholas. «J. Chem. Soc. Faraday Trans.», 1983, Part 1, 79, № 2, 383—390 (англ.)

Сравнением известного из лит-ры давл. насыщ. пара с измеренным в работе в интервале t -р 620—690 К стационарным потоком пара из кварцевой ампулы заданной геометрии рассчитан коэф. испарения (отношение наблюдаемой скорости испарения к максим. расчетной) красного фосфора. Измерения стационарного потока проведены как в условиях переноса чистым N_2 , так и смесью $N_2 + J_2$ (парц. давл. J_2 5,8 мм). Результат в 1-м случае составил 0,8—5,6, во 2-м 2,7—5,2 — в единицах 10^{-8} . Он сопоставляется с имеющимися в лит-ре данными.

В. В. Чепик

сублимации

ж. 1983, 19, N 15

P

1984

18 Б3029. [О возможности] рутинных измерений теплоемкости твердых веществ ниже 150 К. How to measure routinely specific heats of solids below 150 K (Gmelin E., Ripka K. «Thermochim. acta», 1985, 85: Selec. Top. Appl. Chem. Thermodyn: Thermochem. Prop. Substances, Mater. and Biol. Syst. Proc. 3rd Eur. Symp. Therm. Anal. and Calorimetry, Interlaken, 9—15 Sept., 1984, 255—258 (англ.)

Сопоставлены преимущества и недостатки адиабатич. калориметров (АК) и ДСК при измерениях в интервале 100—200 К. Описан разработанный авторами плоский держатель образца для АК, представляющий собой сапфировый диск диам. 20 и толщиной 0,1 мм, на к-рый напылен нагреватель из NiCr. Держатель имеет низкую теплоемкость, прост в обращении и обеспечивает высокую воспроизводимость. Он исключает большинство недостатков, свойственных АК и м. б. исполь-

18

(+2)

Х. 1985, 19, N 18.

Ср;

зован для исследования образцов любых типов — массивных, порошкообразных и жидк. Кач-ва нового держателя проиллюстрированы на примерах измерения с помощью АК и ДСК теплостойкостей фосфора, сапфира, стекла Duran и TiGaSe_2 при т-рах 100—200 К (данные представлены в графич. виде). Сделан вывод, что для указанного т-рного интервала АК и ДСК сопоставимы и дополняют друг друга.

Р. Г. Сагитов

P(2)

[Om. 21594] 1984

Ha'levi E.A., Bock H.,
et al.,

ASH,

Inorg. Chem., 1984, 23,
N25, 4376-4378.

Р

1984

) 6 БЗ198. Структура фосфора с примитивной кубической решеткой как устойчивая форма, при высоких давлениях. Simple cubic structure as a stable form of phosphorus under high pressure. Iwasaki H., Kikagawa T. «High Pressure Sci. and Technol. Proc. 9 AIRAPT Int. High Pressure Conf., Albany, N. Y., 24-29 July, 1983. Pt 3». New York e. a., 1984, 97-100 (англ.)

Методами РФА в диапазоне давл. до 32 ГПа, исследована фазовая диаграмма Р. В кач-ве внутреннего стандарта давл. использован NaCl. Показано, что при комн. т-ре до 5,5 ГПа устойчива ромбич. структура a 3,31, b 10,50, c 4,38 Å, $Z=3$. Объемный модуль (K_0) и его пр-ная по давл. (k') равны 36 ГПа и 4,5 соотв. Выше 5,5 ГПа устойчива ромбоэдрич. модификация с К. Ч. 3. МНК дает величины $K_0=46$ ГПа и $k'=3,0$. При давл. >10 ГПа устойчива фаза с примитивной кубич. решеткой, К. Ч. 6, $K_0=95$ ГПа, $k'=2,1$. Приведе-

X. 1985, 19, n 6

ны данные по межатомным расстояниям в слоях и между слоями для каждой структуры при различных давл. Показано, что кубич. модификация устойчива при 24 ГПа и 320°С. Обсуждена устойчивость структур элементов Vb подгруппы. Г. Л. Апарников

P (черный)

1984

105: 85321q Properties of phosphorus - black phosphorus. Maruyama, Yusei (Inst. Mol. Sci., Okazaki, Japan 444). *Kagaku to Kogyo (Tokyo)* 1984, 37(4), 214-17 (Japan). Phys. properties of black Phosphorus are reviewed with 2 refs. They include anisotropic electronic band structures and structural phase transitions under high pressure. Attractive features including supercond. or chem. modification of black phosphorous such as intercalation are summarized. N. Kambe

(обзор)

C.A. 1986, 105, N10

R (черный)

От. 18772

1984

15 Б3135. Аномальная сверхпроводимость черного фосфора при высоких давлениях. Anomalous superconductivity in black phosphorus under high pressures. Kawamura Haruki, Shirotani Ichimin, Tachikawa Kyōji. «Solid State Commun.», 1984, 49, № 9, 879—881 (англ.)

Исследовано явление сверхпроводимости (СП) черного фосфора (I) под давл. от атмосферного до 29,0 ГПа при т-рах 3—17 К. Давл. генерировалось с помощью алмазных наковален. Электросопротивление образца (R) измерялось четырехзондовым методом. Определение величины R в зависимости от давл. производилось на образцах двух видов: подвергнутых воздействию давл. 15 ГПа при комн. т-ре, быстро охлажденных в жидк. Не и затем обработанных давл. до 29 ГПа, а также быстро охлажденных в жидк. Не при атмосферном давл. и затем сжатых под давл. до 29 ГПа. Представлен ход зависимостей R от давл. для образцов 2-го вида. Приведены зависимости т. крит. перехода I в СП

Сверхпроводимость

T_{t2}

Х. 1984, 19, N 15

состояние (T_K) от давл. Установлено, что образцы 1-го вида демонстрируют обычное поведение, состоящее в слабом росте T_K при увеличении давл. На образцах 2-го вида обнаружено аномальное увеличение T_K , макс. значение к-рого достигает 13 К. Показано, что I после превращения представляет собой сложную систему, состоящую из тонких металлич. волокон, распределенных в СП матрице. При этом явление СП объясняется на основе экситонной модели. В. Е. Смирнов



Р(серный) Оммух 18772 1984

Kawamura H., Shirota I,
et al.,

Трест.
Т+2

Solid State Commun.
1984, 49, N 9, 879-881.

X, 1984, 19, N 15 Б 3135

P (чёрный)

1984

23 Б3190. Свойства фосфора. Чёрный фосфор. Ма-
гуама Y. «Kagaku to kōgō, Kagaku to kōgyō, Chem.
and Chem. Ind.», 1984, 37, № 4, 214—217 (яп.)

Х. 1984, 19, N 23

1984

Р

7 E465. Исследование электрическим методом фазовых переходов в черном фосфоре при высоком давлении. Electrical investigation of phase transition in black phosphorus under high pressure. Okajima Michio, Endo, Shoichi, Akahama Yuichi, Narita Shin-ichiro. «Jap. J. Appl. Phys.», 1984, PT 1, 23, № 1, 15—19 (англ.)

Методом измерения электр. сопротивления ρ исследованы фазовые превращения черного Р при высоких давлениях. Опыты проводились в двухступенчатом многопуансонном аппарате высокого давления типа 6—8. Использовался внешний нагрев, способствующий уменьшению температурного градиента в рабочем объеме. При атмосферном давлении черный Р находится в орторомбич. фазе, являющейся полупроводником с шириной запрещенной зоны $E_g = 0,3$ эВ. На барич. зависимости ρ наблюдаются 2 аномалии при 42 и 108 кбар, отвечающие переходам из орторомбической в ромбоэдрич. фазу и из ромбоэдрической в простую кубич. фазу соответ-

фаз. переход.

ср. 1984, 18, № 7

ственно. Величина E_g с ростом давления в орторомбич. фазе монотонно уменьшается и обращается в нуль при переходе в ромбоэдрич. фазу. Простая кубич. фаза, подобно металлам, характеризуется положит. температурным коэф. ρ , однако абс. величина ρ много больше соответствующих значений для металлов. Проведены эксперименты при более высоких давлениях с использованием наковален из спеченных поликристаллич. алмазов. В области $0,8 \div 1$ Мбар обнаружен еще один фазовый переход из простой кубич. структуры в новую фазу, обладающую более низким ρ . Библ. 15.

А. И. Коломийцев



Р

1984

3 E697. Простая кубическая структура как ста-
бильная форма фосфора под высоким давлением. Simple
cubic structure as a stable form of phosphorus under
high pressure. T w a s a k i H., K i k e g a w a T. «High
Pressure Sci. and Technol. Proc. 9 AIRAPT Int. High
Pressure Conf., Albany, N. Y., 24—29 July, 1983. Pt 3».
New York e. a., 1984, 97—104 (англ.)

Рентгеновским методом в ячейке с алмазными на-
вальными исследованы фазовые превращения Р при
высоких давлениях. Устойчивая при атмосферном дав-
лении ромбич. структура при 5,5 ГПа переходит в ром-
боэдрическую, которая при 10 ГПа переходит в простую
кубич. структуру. Последняя оказалась устойчивой
вплоть до 32 ГПа. Повышение т-ры до 320°С при вы-
соких давлениях также не вызывает фазовых измене-
ний. Элементы Vb-группы As, Sb и Bi имеют иденти-
чную с Р электронную конфигурацию, но они либо сов-
сем не образуют простой кубич. структуры, либо обра-
зуют ее в ограниченном интервале давлений. Различия
в стабильности этой структуры для указанных элемен-
тов объясняются неодинаковой степенью гибридизации
внешних s- и p-электронных орбиталей.

А. И. Коломийцев

Ts;

ср. 1985, 18, N3

$P(k)$

1985

) 22 Б3067. Константа равновесия реакции $2P_2=P_4$ в газовой фазе и давление паров жидкого фосфора. Equilibrium constant of gaseous reaction $2P_2=P_4$ and vapor pressure of liquid phosphorus. Arita Minoru, Watanabe Maki. «Trans. Jap. Inst. Metals», 1985, 26, № 3, 175—182 (англ.)

С использованием кварцевого манометра Бурдона измерено давл. паров фосфора в интервале т-р 373—1423 К. Пары рассмотрены как смесь P_2 и P_4 . По 3-му закону для константы равновесия р-ции $2P_2$ (газ) = P_4 (газ) получено ур-ние $\lg(K_p/\text{атм}^{-1}) = -8,07 + 1,63 \cdot 10^{-4} T + 12000/T$ и для этой р-ции $\Delta H^\circ_{298} = -231,2 \pm 0,4$ кДж/(моль P_4). Ниже 475 К наблюдалась конденсация паров и при этих т-рах измерено давл. паров жидк. фосфора, к-рое описывается ур-нием $\lg(P_{P_4}/\text{атм}) = 16,192 + 1,71 \cdot 10^{-4} T - 3375/T - 3,699 \lg T$. Также по 3-му закону для р-ции $4P(\text{ж}) = P_4(\text{газ})$ получено $\Delta H^\circ_{298} = 56,59 \pm 0,06$ кДж/(моль P_4). В. Ф. Байбуз

$(P, \Delta H, \Delta G)$

17+2

X. 1985, 19, n22

$P_2(2)$, $P_4(1)$

P

1985

102: 226889h How to measure routinely specific heats of solids below 150 K? Gmelin, E.; Ripka, K. (Max Planck Inst. Festkoerperforsch., 7000 Stuttgart, 80 Fed. Rep. Ger.). *Thermochim. Acta* 1985, 85, 255-8 (Eng). Advantages and disadvantages of adiabatic calorimeters and differential scanning calorimeters are compared at 100-200 K. Recent experience with a platform-type, easy to handle, low heat capacity and highly reproducible sample holder in an adiabatic calorimeter is reported. This sample holder, which avoid most disadvantages of earlier adiabatic installations, can be used to measure any type of sample: solid, liq., powd. The performance of the sample holder is illustrated by comparison of the heat capacities of P, sapphire, and Duran-glass.

(G)

C.A. 1985, 102, N26

Р (чёрный)

1985

24 Б3247. Аномальная сверхпроводимость и фазовые переходы под давлением в черном фосфоре. Anomalous superconductivity and pressure induced phase transitions in black phosphorus. Kawamura H., Shirota-in SbCl₅-intercalated graphite. Homma Hitoshi, in I., Tachikawa K. «Solid State Commun.», 1985, 54, № 9, 775—778 (англ.)

В диапазоне давл. до 30 ГПа на алмазных наковальнях охлаждаемых жидк. Не исследованы сверхпроводящие св-ва монокристаллов черного Р, выращенных при высоких давл. и т-рах. Показано, что зависимости T_c от давл. в ромбич. (полупроводниковой), ромбоэдрич. (полуметаллич.) и примитивной кубич. (металлич.) фазах отличаются друг от друга. Методами РФА при высоком давл. исследована структура различных фаз Р. Обнаружено, что ромбич. фаза существует по крайней мере до 11 ГПа при 77 К, причем полупроводниковая и металлич. фазы могут сосуществовать при низких т-рах.

Х. 1985, 19, № 24

и высоких давл. Предположено, что аномальное поведение T_c м. б. связано с наличием полупроводниковой фазы в металлич. Наивысшее значение $T_c \approx 10$ К при 30 ГПа получено при охлаждении ромбич. фазы до 4,2 К с последующим увеличением давл. выше 10 ГПа в обл. кубич. модификации. Охлаждение из областей ромбоэдрич. и кубич. фаз приводит к меньшим значениям T_c .

Г. Л. Апарников



1985

103: 204064d Phase transition in phosphorus and antimony at high pressure and high temperature. Kikegawa, Takumi; Iwasaki, Hiroshi (Res. Inst. Iron, Steel Other Met., Tohoku Univ., Sendai, Japan 980). *Solid State Phys. Pressure: Recent Adv. Anvil Devices* 1985, 201-6. (Eng). Edited by Minomura, Shigeru. KTK Sci. Publ.: Tokyo, Japan. Phase relations in P and Sb under high pressure were investigated by x-ray diffraction with a newly developed diamond-anvil press for use at high temps. The 2nd high-pressure form of P, the simple cubic structure, is still stable at 320° and a pressure of 29 GPa. In Sb, the formation of the simple cubic structure, which was previously found at 7 GPa by T. N. Kolobyanina et al. (1969) was not obsd. even at elevated temps.

фаз. переход

(4) Sb

C.A. 1985, 103, N 24

P

1985

Olesinski R.W.,
Karani N., et al.

$\Delta m, G$; Bull. Alloy. Phase
Diagrams 1985, 6 (3),
262-6, 289-90.

(Cu-Ge-P; I)

P

1985

103: 204065e Pressure induced phase transitions in black phosphorus. Shirofani, Ichimin; Fukizawa, Akira; Kawamura, Haruki; Yagi, Takehiko; Akimoto, Syuniti (Muroran Inst. Technol., Muroran, Japan 050). *Solid State Phys. Pressure: Recent Adv. Anvil Devices* 1985, 207-11 (Eng). Edited by Minomura, Shigeru. KTK Sci. Publ.: Tokyo, Japan. Simultaneous measurements of elec. resistivity and x-ray diffraction of black P were carried out at high pressures. The 1st-stage phase transition from the orthorhombic to As-type structure began to occur at ~ 4.0 GPa. These 2 phases coexist at 4.0-6.5 GPa. No distinct anomaly in resistivity change was obsd. in this pressure region. The As-type phase transformed to a simple cubic phase at ~ 9.5 GPa. This phase was very stable in a wide range of pressure. Further phase transformation was not obsd. at ≤ 60 GPa.

граф. перекр.

C.A. 1985, 103, N 24

Р (красный)

1985

14 В1 Деп. Физико-химические основы полимеризации фосфора. Тарасова Н. П., Надъярных Г. В.; Моск. хим.-технол. ин-т. М., 1985. 44 с., ил. Библиогр. 67 назв. (Рукопись деп. в ВИНТИ 28 марта 1985 г., № 2158—85 Деп.)

Обзор по проблеме получения красной модификации фосфора, являющейся в свете современных представлений неорг. высокополимером. Приведены характеристики реализованных в пром-сти способов получения красного фосфора из желтого фосфора. Обсуждается возможность получения экологически чистой технологии произ-ва красного фосфора с использованием в качестве исходного сырья как желтого технич. фосфора, так и фосфорсодержащих шламов. Красный фосфор рассматривается как модельная система для изучения радиац. полимеризации неорг. мономеров. Автореферат

(обзор)

Х. 1985, 19, N 14.

P

1986

Harrison P. G.

(отзор)
хем.
работ.

Intern. Rep. Prog. Chem.,
Sect. A: Inorg. Chem.
1985 (Pub. 1986). 82,

107 - 46.

● (сер. C; XI)

Р (черный),

1986

17 Б2230. Полупроводниковый, черный фосфор. Semiconducting black phosphorus. Morigita A. «Appl. Phys.», 1986, А39, № 4, 227—242 (англ.)

Обзор. Рассмотрены полупроводниковые св-ва черн. фосфора, интерес к к-рому в последнее время связан с удачными попытками выращивания монокристаллов объемом до 1000 мм^3 в аппаратах высокого давления ($\sim 60 \text{ ГПа}$). Приведена P - T диаграмма состояния фосфора, основные обл. к-рой соответствуют ромбич. (черн. Р) и ромбоэдрич. фазам. Подробно описаны методы получения, энергетич. зонная структура, эл. и оптич. св-ва черн. Р, для к-рого ширина запрещенной зоны составляет $0,335 \text{ эВ}$ и в наиболее чистых образцах p - и n -типа проводимости максимально достижимая подвижность носителей заряда в кристаллографич. направлении X составляет для дырок $65\,000$, а для электронов $16\,000 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$. Отмечено также, что при высоких давл. $\sim 20 \text{ ГПа}$ и t -рах $\sim 6 \text{ К}$ в образцах черн. Р наблюдается сверхпроводимость. Библ. 55. А. Н. Морозов

(обзор)

Х. 1986, 19, N 17

P

1986

1 пункт
Ga-In-P-As

105: 1978702 Arsenic and phosphorus vapor pressures over indium-enriched melts of the gallium-indium-phosphorus-arsenic system. Selin, A. A.; Karamov, A. G.; Malkova, A. S. (Mosk. Inst. Elektron. Tekh., Moscow, USSR). *Izv. Akad. Nauk SSSR, Neorg. Mater.* 1986, 22(8), 1251-4 (Russ). Partial pressures and activity coeffs. were measured of various mol. forms of P and As vapors over Ga-In-P-As melts, while being enriched with In, in the temp. interval 923-973 K which is characterized by a homogeneous liq. phase and epitaxial growth. Possible changes in the compn. of the crystg. solid soln. by evapn. of P and As from the liq. phase are discussed.

① As
☒

C. A. 1986, 105, 422.

P (реферат)

Am. 24109

1986

105: 13149s Thermal and elastic properties of black phosphorus. Yoshizawa, Masahito; Shirotani, Ichimin; Fujimura, Tadao (Phys. Inst., Johann Wolfgang Goethe-Univ., D-6000 Frankfurt, Fed. Rep. Ger.). *J. Phys. Soc. Jpn.* 1986, 55(4), 1196-202 (Eng). Temp. dependence of sp. heat at const. pressure, and temp. and hydrostatic pressure dependence of elastic consts. were measured on single crystals of black phosphorus. Elastic softening is obsd. in c_{11} with decreasing temp. The elastic consts. c_{11} , c_{22} and c_{33} increase with pressure $\leq 6-7$ kbar. Deformation potential effect in this system, discussed.

(Gp)

C.A. 1986, 105, N2

Р (черный)

От-24109

1986

11 E386. Тепловые и упругие свойства черного фосфора. Thermal and elastic properties of black phosphorus. Yoshizawa Masahito, Shirotani Ichimin, Fujimura Tadao. «J. Phys. Soc. Jap.», 1986, 55, № 4, 1196—1202 (англ.)

Измерялись теплоемкость C_p и температурная и барич. зависимости упругих модулей C_{ij} кристаллов черного Р. Монокристаллы черного Р выращены из расплава при t -ре 1100°C и давл. 11 кбар. Измерения C_p проводились с помощью калориметра на перемен. токе, а упругих свойств — УЗ-фазовым методом. Данные по C_p согласуются с теорией, но в области t -р выше 200 К наблюдаются расхождения, связанные с ангармоничностью решеточных колебаний, а вблизи 70 К отмечена аномалия. С уменьшением t -ры происходит смягчение упругого модуля C_{55} . Величины продольных упругих постоянных C_{11} , C_{22} и C_{33} возрастают с увеличением давления до 6—7 кбар. Наблюдавшиеся аномалии C_p в окрестности 70 К и C_{22} вблизи 100 К интерпретируются в рамках теории деформационного потенциала. Однако эта теория не объясняет аномального смягчения C_{55} . Библ. 28.

А. И. Коломийцев

C_p ;

фр 1986, 18, № 11

Р (черный)

DM-26871/1987

107: 103160j Melting curve of black phosphorus. Akahama, Y.; Utsumi, W.; Endo, S.; Kikégawa, T.; Iwasaki, H.; Shimomura, O.; Yagi, T.; Akimoto, S. (Fac. Eng. Sci., Osaka Univ., Toyonaka, Japan 560). *Phys. Lett. A* 1987, 122(2), 129-31 (Eng). The melting curve of black phosphorus was detd. to ≤ 5 GPa by a high-pressure high-temp. x-ray system using synchrotron radiation. The curve has a max. at 1 GPa and joins the orthorhombic-rhombohedral phase boundary at a triple point around 2.7 GPa and 900°.

кривая
плавления

Тр. точка

с. А. 1987, 107, N 12

Р (черный)

От 26871

1987

11 E817. Кривая плавления черного фосфора. Melting curve of black phosphorus. Akahama Y., Utsumi W., Endo S., Kikegawa T., Iwasaki H., Shimomura O., Yagi T., Akimoto S. «Phys. Lett.», 1987, A122, № 2, 129—131 (англ.)

Методом рентгенофазового анализа в ячейке высокого давления с применением синхротронного излучения исследованы структурные превращения в черном Р при т-рах до 1000°C и давлениях до 5 ГПа. Кривая плавления в области существования ромбич. фазы имеет максимум при $\sim 1000^{\circ}\text{C}$ и 1 ГПа. Тройная точка «жидкость — ромбич. фаза — ромбоэдрич. фаза» имеет координаты 900°C и 2,7 ГПа. Охлаждение образцов после нагрева до 950°C при давлении 0,29 ГПа приводит к образованию фазы красного цвета, структуру которой установить не удалось.

Б. Г. Алапин

Кривая
плавления

ср. 1987, 18, № 11

P

белый

аморфный
красный
термич

Cp

2 - 100 K

Gmelin E., Köhler W. 1987?

Schnering H. G. von.

Неопубликованные результаты
в печати
(см. Gmelin, Therm. acta,
1982, 110, 183-208

от. 26041

ссылка [22]

1987

Р

5 E738. Изучение с использованием синхротронного излучения фазовых переходов в фосфоре при высоких давлениях и температурах. Synchrotron-radiation study of phase transitions in phosphorus at high pressures and temperatures. K i k e g a w a T., Iwasaki H., Fujimura T., Endo S., Akahama Y., Akai T., Shimomura O., Yagi T., Akimoto S., Shirotni I. «J. Appl. Crystallogr.», 1987, 20, № 5, 406—410 (англ.)

Исследовано фазовое поведение P при давлениях до 11 ГПа и т-рах до 1273 К. Измерения проводились методом энергодисперсионной рентгеновской дифракции с использованием синхротронного излучения в камере высокого давления кубич. типа с наковальнями из WC. При обычных давлениях и т-ре P кристаллизуется в ромбич. слоистой структуре с пр. гр. $Cmca$ и параметрами $a=3,31$, $b=10,50$, $c=4,38$ Å. С повышением давления P испытывает переход в ромбоэдрич. структуру $R\bar{3}m$ с решеткой типа As. Давление перехода

Π
122;

ср. 1988, 18, N 5

уменьшается при повышении т-ры со скоростью 2,3 МПа/К, составляя 4,4 ГПа при 273 К и 2,6 ГПа при 1073 К. Изменение объема $\Delta V/V$ при этом переходе равно 10% при 273 К и практически не зависит от т-ры. Второй фазовый переход из ромбоэдрической в простую кубич. структуру $Rm3m$ происходит при давлении 10,2 ГПа, которое остается неизменным во всем исследованном интервале т-р. Величина $\Delta V/V$ этого перехода составляет $\sim 3,7\%$, несколько уменьшаясь при повышении т-ры.

А. И. К.

НИЯХ

и т.д.

Р

1987

2 E722. Стабильность простой кубической фазы фосфора. The stability of the simple cubic phase of phosphorus. Sasaki T., Shindo K., Niizeki K., Morita A. «Solid State Commun.», 1987, 62, № 12, 795—799 (англ.)

Методом псевдопотенциала изучен переход от ромбоэдрической к простой кубич. фазе (ПКФ) фосфора при высоких давлениях. Вычисленное значение давления перехода (15,8 ГПа) согласуется с экспериментальным (10 ГПа). Показано, что основным типом связи в ПКФ является ковалентная связь. Нестабильность ПКФ при низких давлениях определяется неустойчивостью Пайерлса, такой же, как и для As. Показано также, что присутствие атомных 3d-орбиталей в заполненных состояниях существенно для стабилизации ПКФ при высоких давлениях.

Е. С. А.

ср. 1988, 18, №2

P (reprise)

(Om. 27097)

1987

107: 209328k Phase transitions in black phosphorus at high hydrostatic pressures and high temperatures. Sidorov, V. A.; Tsiok, O. B.; Khvostantsev, L. G. (Inst. Fiz. Vys. Davl., Troitsk, USSR). *Fiz. Tverd. Tela (Leningrad)* 1987, 29(7), 2196-8 (Russ). The phase transitions of black P were studied at pressures ≤ 5 GPa and temps. $\leq 600^\circ$. A martensitic-type phase transition in polycrystals at 4.35 GPa is also obsd. in single crystals at 4.2 GPa. The transition kinetics and crit. pressure depend on the grain size. A partial phase diagram is given.

T_{tr} ,

C.A. 1987, 107, N 22

Р (черный)

ОМ 27097 1987

12 E700. Фазовые переходы в черном фосфоре при высоких гидростатических давлениях и высоких температурах. Сидоров В. А., Циок О. Б., Хвостанцев Л. Г. «Физ. тверд. тела» (Ленинград), 1987, 29, № 7, 2196—2198

Исследована фазовая диаграмма черного фосфора при давлениях до 5 ГПа и т-рах до 600°С. Р—Т-диаграмма исследовалась в условиях гидростатич. давления на монокристаллич. образцах. Образцы синтезированы при высоком давлении из красного фосфора с содержанием примесей $\sim 10^{-5}$. Изучена кинетика фазового перехода из фазы I с ромбич. решеткой в ромбоэдрич. фазу II. Установлена связь микроструктуры образцов черного фосфора с давлением, при котором начинается переход. Кинетика перехода имеет черты, типичные для мартенситных превращений. Обнаружена смена механизма превращения при повышении т-ры выше 600°С от мартенситного атермического к термически активируемому диффузионному. В. Н. Зверев

фазов. переход

фр. 1987, 18, n 12

Р (черный)

1987

1 Б3154. Вызванные давлением фазовые переходы и аномальная сверхпроводимость в черном фосфоре. Си-ротани И., Кавамура Х. «Кино дзайрё, Funct. and Mater.», 1987, 7, № 3, 56—63 (яп.). Место хранения ГПНТБ СССР

Pr;

Изучены изменения крист. структуры черн. Р при комн. т-ре и давл. 4,44 и 4,77 ГПа и т-ре жидк. азота при давл. 3,2; 5,8; 6,6; 8,5; 10,1 и 13,3 ГПа. При комн. т-ре в кач-ве среды для создания давл. использована смесь сп. и метанола (4:1). Рассмотрены превращения черн. Р в процессе достижения им сверхпроводимости при давл. от 0 до 30 ГПа. Отмечено, что механизм сверхпроводимости черн. Р пока не выяснен. При высоких т-рах и давл. черн. Р образует монокристаллы. Представлена фазовая диаграмма.

Т. А. Акифьева

Х. 1988, 19, n 1

Р (черный)

1988

16 Б2333. Область устойчивости и синтез монокристаллов черного фосфора. Masumi Ushio, Yoshihiro Sumiyoshi. «Ниппон кагаку кайси, J. Chem. Soc. Jap., Chem. and Ind. Chem.», 1988, № 2, 139—142 (яп.; рез. англ.)

Определена обл. устойчивости фазы черн. фосфора (I) при высоких т-рах и давл. Исходным реактивом служит красн. фосфор. Мелкие чешуйки I длиной 5 мкм образовывались при $700-900^{\circ}\text{C}$ и 6 кбар; при $600-1000^{\circ}\text{C}$ и 10 кбар. Жидк. фаза I существовала при $1000-1400^{\circ}\text{C}$ и 6 кбар и $1050-1080^{\circ}\text{C}$ при 10 кбар. Из расплавов получены крупные монокристаллы I. При 1500°C и 6 кбар; 800°C и 10 кбар и 700°C и 3 кбар I переходит в газ. состояние. По резюме

X. 1988, 19, N 16

$P(\alpha, \text{белый}) = P(\text{ортороный; желтый})$

1988

от. 29757

109: 117226p Thermodynamic stability of orthorhombic black phosphorus. O'Hare, P. A. G.; Lewis, Brett M.; Shirotani, Ichimin (Chem. Technol. Div., Argonne Natl. Lab., Argonne, IL 60439 USA). *Thermochim. Acta* 1988, 129(1), 57-62 (Eng). The energy of combustion in fluorine of orthorhombic black phosphorus was measured. On the basis of this result and a similar earlier measurement on α -white phosphorus, the enthalpy of the $P(\alpha, \text{white}) = P(\text{orthorhombic, black})$ transition was found to be $-(21.2 \pm 2.1)$ kJ/mol. Earlier reported value for the heat of formation of $\Delta_f H_m^\circ \text{PF}_5(\text{g}, 298.15 \text{ K})$ is revised slightly to $-(1593.6 \pm 1.2)$ kJ/mol.

(H) $\text{PF}_5(2, 298.15 \text{ K}) (\Delta_f H)$

с. А. 1988, 109, N 14

Росфор

29757

1988

21 Б3030. Термодинамическая устойчивость орторомбического черного фосфора. Thermodynamic stability of orthorhombic black phosphorus. O'Hare P. A. G., Lewis Brett M., Shirotani Ichimin. «Thermochim. acta», 1988, 129, № 1, 57—62 (англ.)

Калориметрически измерена теплота сгорания во фторе орторомбич. черного фосфора, равная $-50,647 \pm \pm 0,033$ кДж/г. На основе этой величины и ранее полученного значения для теплоты сгорания белого фосфора определена энтальпия перехода $P(\alpha, \text{белый}) \rightarrow P(\text{орторомбич., черный})$ при 298,15 К и давл. 101,325 кПа, равная $-21,2 \pm 2,1$ кДж/моль. Это свидетельствует, что черный фосфор является наиболее устойчивой аллотропной модификацией фосфора при 298,15 К и давл. 1 атм. Для теплоты образования PF_5 предложено уточненное значение $\Delta_f H(PF_5, g, 298,15 \text{ К}) = -1593,6 \pm 1,2$ кДж/моль. В. Ф. Байбүз

ΔH_f

(7) $\Delta_f H$

Х. 1988, N 21

$PF_5(?)$

$(\Delta_f H)$

P

1988

109: 43605n Structural stability and band structure of the metallic phase of phosphorus. Sasaki, Taizo; Shindo, Koichi; Niizeki, Komajiro; Morita, Akira (Dep. Phys., Tohoku Univ., Sendai, Japan 980). *J. Phys. Soc. Jpn.* 1988, 57(3), 978-87 (Eng). The total energies of the rhombohedral A7 and the simple cubic (SC) phases of P are calcd. within the local-d.-functional formalism by using the norm-conserving pseudopotential. The calcd. results successfully explain the phase transition from the A7 phase to the SC one under pressure. The calcd. electronic structure of the metallic SC phase reveals that the bonding in this phase has an appreciable amt. of covalency. The stabilization of the SC structure under high pressure is due to the fact that the contribution of the electrostatic energy to the total energy increases on the compression. The absence of the core *d*-orbitals of a P atom is very important in explaining the difference between P and other VB-elements in the phase transition under pressure.

фазов. пере-
ход, мет.
фаза

C.A. 1988, 109, N 6

Р

011 2984

1988

15 Б3128. Индуцированный давлением фазовый переход и сверхпроводимость фосфора. Pressure-induced phase transition and superconductivity in phosphorus. Shirogani I., Kawamura H., Tsuji K., Tsuburaya K., Shimomura O., Tachikawa K. «Bull. Chem. Soc. Jap.», 1988, 61, № 1, 211—216 (англ.)

Изучены особенности фазового перехода (ФП) черной модификации фосфора в сверхпроводящее состояние в зависимости от последовательности охлаждений и сжатий образца. Обнаружен ФП при $t_{\text{ре}}$ 77 К и давл. 4,5 ГПа из ромбич. в ромбоэдрич. фазы, и при давл. 11,7 ГПа из ромбоэдрич. в простую кубич. фазу. Все эти фазы сосуществуют в интервале давл. 6—14 ГПа. Показано, что $t_{\text{ра}}$ сверхпроводящего перехода, крит. токи и др. хар-ки сильно зависят от пути охлаждения и сжатия образца. С ростом давления до 30 ГПа $t_{\text{крит.}}$ достигает значений 6—13 К. Наивысшее значение $t_{\text{крит.}}$ достигается, если сжатию подвергается предварительно охлажденный до 4,2 К образец.

А. Л. Чугреев

Тз;

X. 1988, 19, № 15

Р
(красный)

1989

6 Е604. Формирование красного фосфора из расплава белого — топохимическая реакция первого порядка / Бердонос С. С., Нечепоренко О. В., Мелихов И. В. // Вестн. МГУ. Сер. 2.— 1989.— 30, № 6.— С. 567—573

(Кр)

Проанализированы данные о кинетике формирования красного Р из белого в растворителях, расплавах, а также в газовой фазе. Особое внимание уделено образованию из расплавов, поскольку это основной путь получения красного Р в промышленности. Обобщены данные разных авторов о зависимости степени превраще-

У. 1990. № 6

ния от времени. Усредненная кривая практически совпадает с расчетной кривой, отвечающей топохимич. превращению 1-го порядка. В соответствии с предлагаемой моделью процессом, лимитирующим скорость перехода белого Р в красный, является первичное возбуждение молекул R_4 , в результате которого происходит разрыв связей в тетраэдре R_4 и образуется свободный радикал R_8 . Дальнейшее формирование красного Р происходит за счет последующего присоединения молекул R_4 к растущему радикалу. Модель позволяет объяснить текстуру красного Р. Библ. 47. Н. А. А.

P

1990

113: 218687c Study of thermal dissociation equilibrium of red phosphorus. Korolev, V. V.; Astakhova, G. V.; Mal'tseva, L. N. (Nauchno-Proizvod. Ob'edin. "Minudobnemiya", USSR). *Izv. Akad. Nauk SSSR, Neorg. Mater.* 1990, 26(9), 1853-6 (Russ). The equil. vapor pressure is studied during thermal dissoen. of red P at 450-733 K for different degree of dispersion. The thermodyn. parameters are calcd. for the process.

(P, Kp)

C.A. 1990, 113, N 24

1990

Р
3 И13. Исследование равновесия термической диссоциации красного фосфора. / Королев В. В., Астахов

ва Г. В., Мальцева Л. Н. // Изв. АН СССР. Неорганич. матер.— 1990.— 26, № 9.— С. 1863—1866

(Р, K_p)
С помощью деформационного кварцевого манометра Бурдона в интервале t -ры 373—733 К измерено равновесное давление насыщенного пара для полидисперсных образцов аморфного технического красного фосфора (размер частиц до 60 мкм). Также исследовались образцы красного фосфора с различной степенью дисперсности. Определены участки зависимости давления от t -ры, соответствующие равновесному давлению пара при термич. диссоциации технического красного фосфора и давлению насыщенного пара над белым фосфором. На основании полученных данных рассчитаны температурные зависимости констант равновесия диссоциации для полидисперсного образца, крупной и мелкой фракций. Приведены расчетные значения коэф. и термодинамич. параметров для ур-ний, описывающих наблюдаемую зависимость от t -ры констант равновесия диссоциации. Б. И. А.

с/з. 1991, №3

Р (красный)

1990

3 Б3019. Исследование равновесия термической диссоциации красного фосфора / Королев В. В., Астахова Г. В., Мальцева Л. Н. // Изв. АН СССР. Неорганич. матер.— 1990.— 26, № 9.— С. 1863—1866.— Рус.

Изучено равновесное давление пара при термич. диссоциации красного фосфора в диапазоне 450—733 К для образцов различной дисперсности. Рассчитаны значения термодинамич. параметров процесса. Резюме

равновесии
~~термической~~
термической
диссоциации

X. 1991, N 3

Р (красный)

1991

20 Б2075. Структура кристаллического красного фосфора / Макаренко В. В., Сорока Л. Б., Астахова Г. В. // Изв. АН СССР. Неорган. матер.— 1991.— 27, № 4.— С. 715—720.— Рус.

Установлено, что в процессе кристаллизации красного фосфора за счет тепловых воздействий в приповерхн. слое частиц порошка образуются большие концы дислокаций, при взаимодействии к-рых возникают точечные дефекты. Корреляция между «активностью» крист. красного фосфора (ККФ) и концевой парамагнитных центров (ПМЦ) связана с тем, что последняя отражает концевую дислокаций в приповерхн. слое. Остаточная рентгеноаморф. фаза, присутствие к-рой отмечено во всех образцах ККФ, представляет собой результат дефектизации красного фосфора в процессе его кристаллизации и локализована в зонах, разделяющих микрокристаллы. Методика измерения интенсивности сигнала ПМЦ позволяет оценить концевую дефектов. Индекс кристалличности Хинкли можно рассматривать как степень упорядочения структуры ККФ.

структура

Х. 1991, № 20

Р(гёрный)

1991

20 Б2231. Кристаллическая структура и сверхпроводимость черного фосфора при низких температурах и высоком давлении. Crystal structure and superconductivity in black phosphorus at low temperatures and high pressures: [Pap.] Int. Conf. Sci. and Technol. Synth. Metals, Tübingen, Sept. 2—7, 1990: ICSM 90. Pt 3 / Shirogami I., Tsuji K., Kawamura H. // Synth. Metals.— 1991.— 42, № 1—2.— С. 1947.— Англ.

Проведено рентгенографич. синхротронное изучение исследование черного фосфора (I) при 21 К и высоком давл. Для I наблюдается переход из ромбич. в ромбоэдрич. фазу при 10 гПа и из ромбоэдрич. в Р-кубич. при 16 гПа. Построена p — T фазовая диаграмма I при низких T -рах и высоком давл. Для ромбич., ромбоэдрич. и Р-кубич. I значения T_c 2—4, 5—6 и 6—10 К соотв. Для сосуществующих фаз значение T_c выше, чем для чистых фаз I. М. Б. Варфоломеев

(T₂)

Х. 1991, № 20

P(черный)

1992

Brazhkin V., Ferr A. Ju.

усейсечн-
воить

J. Mater. Sci. 1992.

27, N 10. C. 2677-2681.

(сеч. ● P(красный) ; $\bar{I}$)

Р(красный)

1992

устойчивость

5 Б3058. Относительная устойчивость красного и черного фосфора при давлениях ниже 1 ГПа. Relative stability of red and black phosphorus at $P < 1$ GPa /Brazhkin V., Zerr A. Ju. //J. Mater. Sci. —1992.—27, № 10.—С. 2677—2681.—Англ.

Ⓢ(H) Р(черный)

Х. 1994, № 5

Черный фосфор
Р

1992

11 А89. Черный фосфор — экспериментальное срав-
нение с другими модификациями. Schwarzer Phosphor —
Ein experimenteller Vergleich mit den beiden anderen Mo-
difikationen /Glöckner W. //Prax. Naturwiss. Chem. — 1992
.— 41, № 1. — С. 18—21. — Нем.

Приведены схема путей и условий взаимопревращений
Р различных модификаций, основные св-ва их крист. и
аморф. форм, описаны наиболее простые опыты с белым,
красным и черным Р (нагревание, р-рение, р-ции с HNO_3 ,
оценка полупроводниковых св-в черного Р). В. С. Штых

Х. 1993, N 11

Р
(аморфный)

1992

19 Б2329. Аморфный фосфор.— Модель кластер-ной структуры. Amorphous phosphorus: A cluster-network model /Hohl D., Jones R. O. //Phys. Rev. B .—1992 .—45 ,№ 16 .—С. 8995—9005 .—Англ.

С использованием метода, объединяющего методы молек. динамики и теории функционала плотности, проведено теорет. исследование структуры и колебат. св-в аморф. фосфора. Рассчитанные парные корреляц. ф-ции, структурные факторы, фононные плотности состояния и различные ф-ции распределения сопоставлены с имеющимися эксперим. и теорет. данными. Найдено, что структура быстро закаленного аморф. фосфора более похожа на структуру небольших кластеров фосфора P_n , чем на структуру любых крист. форм фосфора. В. Ф. Байбүз



Х. 1993, N 19

Р(красный)

1992

119: 188986d Time and temperature dependence of phosphorus vapor pressure as measured by a press-balanced, sealed-ampoule technique. Iseler, G. W.; Clark, H. R., Jr.; Bliss, D. F. (Lincoln Lab., Massachusetts Inst. Technol., Lexington, MA 02173-9108 USA). *Int. Conf. Indium Phosphide Relat. Mater.*, 4th 1992, 266-9 (Eng). IEEE: New York, N. Y. The most recent study of the vapor pressure of red phosphorus was reported by Bachmann and Buehler (1) in 1974. There are several reasons for carrying out a new study at this time. For some com. red P currently available, the vapor pressure values given by the supplier's data sheets are much different from those of Bachmann and Buehler. During the synthesis of InP in sealed fused silica ampoules, explosions often occur when the vapor pressure estd. from the P reservoir temp. and the Bachmann-Buehler data is well below the breaking strength of the ampoule. For more than five years the authors successfully employed a reservoir temp. of 465°C, for which the Bachmann-Buehler results indicate a vapor pressure of ~4 atm. More recently, violent explosions occurred when several different batches of P from the same supplier were held at the same reservoir temp. From the estd. strength of the ampoule and the energy released in the explosions, the pressure in these cases is estd. to have been ~20 atm. On the other hand, red P from two

P(T)

C. A. 1993, 119, N 18

other suppliers was not transported out of the reservoir into the In boat even after five days at 465°C . To avoid such problems, the authors are now accurately balancing the P pressure inside the sealed synthesis ampoule with high-pressure Ar gas in a steel pressure vessel.² Balancing is accomplished with the aid of a transducer that senses the difference between the P and Ar pressures. Unexpectedly rapid changes in P pressure with reservoir temp. have been obsd. during synthesis runs employing this procedure. The authors have therefore initiated a study of the time and temp. dependence of P vapor pressure that utilizes the pressure balancing app. and technique developed for InP synthesis.

P

1993

120:16741z The standard reference state of phosphorus in thermodynamics. Wang, Zhenglie (Dep. Chem., Tianjin Univ., Tianjin, Peop. Rep. China 300072). *Daxue Huaxue* 1993, 8(3), 46-8, 50. (Ch). A review with 12 refs. The thermodyn. characteristics of different forms of phosphorus were summarized. Different source of data are given.

стандартн.
сост., термодинам.
свойств

C. A. 1994, 120, N2

Фосфор

1995

24 Б212. Рентгенографическое изучение различных фаз
красного фосфора / Арпеанова И. Н., Новиков А. В.,
Шачков Г. Т. // Науч.-техн. творчество студ.: Сб. тез.
докл. 53 Науч.-техн. конф. студ., аспирантов и про-
ф.-преп. состава Алт. гос. техн. ун-та им. И. И. Ползу-
нова, [Барнаул, 1995]. Ч. 1. — Барнаул, 1995. — С. 200
.— Рус.

Х. 1996, N 24

P
P₄

1995

Шечков Г. Т.

F: P4

P: 1

8Б365. Модель полимеризации белого фосфора в красный / Шечков
Г. Т. // 3 Юбил. науч.-практ. конф. "ауч.-техн. творчество аспирантов
и проф.-преп. состава", [Бийск, 1995]. Ч. 1 / Бийс. технол. ин-т. -
Бийск, 1995. - С. 173-175. - Рус.. Тт.

X.1996, N 8.

1995

F: P

P: 1

12Б381. Растворимость красного фосфора в расплавленном свинце. Solubility of red phosphorus in molten lead / Walker Sean E., Schlesinger Mark E. // J. Chem. Thermodyn. - 1995. - 27, N 1. - С. 53-56. - Англ.

С помощью двухзонного изопиестич. метода измерена р-римость паров $P[4]$ выделяемых красным фосфором, в расплавленном свинце при т-рах 723-1173К. Р-римость паров фосфора возрастает с повышением т-ры, особенно при т-рах выше 800К. Из полученных результатов с использованием линейного регрессионного анализа определены коэф. активности при бесконечном разбавлении и первого порядка коэф. взвня для гипотетич. жидк. фосфора, р-ренного в жидк. свинце.. Растворимость красного фосфора в $Pb(ж)$.

X.1996, N 12

P
(Белый)

Om 38831

1997

Andt Simon* et al.,

номер Chem. Ber. / Recueil 1997, 130,
9744 N9, 1235 - 1240.

P(желтый)

1998

F: P(liquid)

P: 1

P(ат)

8Б360. овое уравнение для давления пара жидкого желтого фосфора / Huang Naibao, Tang Deyuan // Guizhou gongye daxue xuebao. Ziran kexue ban = J. Guizhou Univ. Technol. Natur. Sci. Ed. - 1998. - 27, 5. - С. 88-91. - Кит рез. Англ.

В основе результатов анализа и сравнения опубликованных ур-ний для давлен пара жидкого желтого фосфора предложено новое ур-ние для давления пара жи желтого фосфора. Показано, что это ур-ние имеет преимущества перед ранее опубликованными ур-ниями и обеспечивает более точный метод предсказания давления пара жидкого желтого фосфора.